

CONTRIBUCION A LA BIOCLIMATOLOGIA DE BALEARES

Memoria presentada por D.  
JOSE ANTONIO GUIJARRO PASTOR,  
para optar al grado de Doctor en  
Ciencias, Sección Biológicas.

Palma de Mallorca, a 5 de Marzo de 1986.

EL DIRECTOR

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'M. Morey', with a long horizontal stroke extending to the right.

Dr. D. MIGUEL MOREY ANDREU,  
Catedrático de Ecología de  
la Universidad de las Islas  
Baleares.

FACULTAD DE CIENCIAS

UNIVERSIDAD DE LAS ISLAS BALEARES

CONTRIBUCION A LA BIOCLIMATOLOGIA DE BALEARES

Volumen I

Memoria que, para optar al  
grado de Doctor en Ciencias.  
Sección Biológicas, presenta  
D. JOSE ANTONIO GUIJARRO PASTOR

A mis padres.

A mi esposa.

## AGRADECIMIENTOS

Deseo expresar mi agradecimiento al Dr. D. Miguel Morey por la valiosa y amigable ayuda proporcionada en todo momento como director de este trabajo, así como por haber facilitado los medios necesarios para su realización.

También deseo manifestar mi reconocimiento a mis compañeros del Centro Meteorológico Zonal de Palma de Mallorca por su apoyo y colaboración en la consulta de los archivos climatológicos, y muy especialmente al Dr. D. Agustí Jansà por haberse prestado a realizar los mapas climáticos y estimaciones subjetivas que han servido para contrastar el modelo desarrollado en el capítulo cuarto.

Inestimable ha sido, asimismo, la cooperación del Dr. D. Luis Gállego y demás componentes de la Cátedra de Zoología, que ha simplificado enormemente la ardua labor del mecanografiado y corrección del texto.

Finalmente, agradezco sinceramente el interés demostrado a todas cuantas personas han colaborado en una u otra forma en la realización de este trabajo.

## INDICE

	<u>Página</u>
1. INTRODUCCION .....	1
1.1. Interés y antecedentes .....	1
1.2. Objetivos y planteamiento .....	2
2. DATOS DE BASE. OBTENCION Y DEPURACION .....	5
2.1. Precipitaciones .....	5
2.1.1. Datos disponibles .....	5
2.1.2. Depuración del fichero .....	10
2.1.2.1. Optimización del método .....	11
2.1.2.2. Aplicación del método .....	30
2.1.3. Precipitaciones anuales .....	34
2.2. Temperaturas .....	40
2.2.1. Datos disponibles .....	40
2.2.2. Depuración de los ficheros .....	43
2.2.2.1. Optimización del método .....	43
2.2.2.2. Aplicación del método .....	75
3. APLICACION DEL ANALISIS DE COMPONENTES PRINCIPALES A LOS VALORES TERMOPLUVIOMETRICOS MEDIOS .....	77
3.1. Precipitaciones .....	77
3.2. Temperaturas máximas y mínimas medias .....	81
3.3. Pluviosidad y temperaturas medias .....	85
3.4. Pluviosidad y temperaturas máximas y mínimas .....	88
4. RELACION DE LAS VARIABLES CLIMATICAS CON PARAMETROS GEOGRAFICOS .....	94
4.1. Antecedentes .....	95
4.1.1. Precipitaciones .....	95
4.1.2. Temperaturas .....	99

4.2. Parámetros empleados .....	101
4.2.1. Elección de los parámetros .....	101
4.2.2. Cálculo de los parámetros para cada estación .....	108
4.3. Método de análisis de las relaciones .....	123
4.4. Aplicación del método. Resultados y discusión	126
4.4.1. Precipitaciones .....	126
4.4.1.1. Primeros análisis .....	126
4.4.1.2. Selección de los parámetros más significativos .....	134
4.4.1.3. Obtención del submodelo pluviométrico. Discusión .....	138
4.4.1.4. Análisis de los residuos y ensayo de un modelo logarítmico .....	140
4.4.1.5. Corrección del modelo lineal ....	147
4.4.1.6. Evaluación de errores y comparación con el método clásico de estimación .....	151
4.4.2. Temperaturas .....	166
4.4.2.1. Primeros análisis .....	166
4.4.2.2. Selección de los parámetros más significativos .....	173
4.4.2.3. Obtención de los submodelos termométricos. Discusión .....	178
4.4.2.4. Evaluación de errores y comparación con el método clásico de estimación .....	180
 5. MODELO TERMOPLUVIOMETRICO PARA LAS ISLAS BALEARES (CLIBA2) . APLICACIONES .....	 192
5.1. Constitución del modelo conjunto de precipitaciones y temperaturas .....	192
5.2. Cálculo de los parámetros del modelo para todas las cuadrículas de Baleares .....	193

5.3. Aplicaciones del modelo .....	207
5.3.1. Cartografías climáticas .....	211
5.3.1.1. Precipitaciones .....	212
5.3.1.2. Temperaturas .....	213
5.3.1.3. Evapotranspiraciones potenciales anuales según Thornthwaite .....	216
5.3.1.4. Índice climático de De Martonne .	217
5.3.1.5. Índice y clasificación climática de Emberger .....	217
5.3.1.6. Pisos bioclimáticos .....	221
5.3.1.7. Distribución potencial de árboles y arbustos mediterráneos, según Box .....	223
5.3.2. Fichas climáticas de cuadrículas seleccionadas .....	225
6. RESUMEN Y CONCLUSIONES .....	228
7. BIBLIOGRAFIA .....	233
8. APENDICE: Selección de programas BASIC utilizados .	251

## 1. INTRODUCCION

### 1.1. Interés y antecedentes

Los estudios sobre el clima se vienen realizando desde antiguo por su incidencia sobre disciplinas y actividades tan variadas como: botánica, agricultura, ecología, industria, obras públicas, hidrología y abastecimiento de aguas, transportes, etc., y más modernamente sobre el turismo, deportes, urbanismo, y ordenación del territorio. En general puede decirse que cualquier actividad humana está condicionada, en mayor o menor grado, por el clima.

En el caso de las Islas Baleares existe una abundante y variada bibliografía, que va desde extensos trabajos monográficos hasta simples notas o citas de datos climáticos, pasando por los capítulos que al clima de Baleares se dedican en obras que abarcan un más amplio ámbito geográfico. Entre éstas las hay dedicadas a aspectos parciales del clima, como por ejemplo heladas (GARCIA et al., 1977) o variables hídricas (ELIAS, 1963; ELIAS y GIMENEZ, 1965; ALMARZA, 1984; HUERTA, 1984), mientras que otras tratan de fitoclimatología (ALLUE, 1966; ELIAS y RUIZ, 1973 y 1977) o climatología general (FONT, 1983; I.N.M., 1983).

Entre los trabajos de ámbito regional hay que citar el dedicado al clima de Valencia y Baleares por KUNOW (1950), ya clásico. Más recientemente hay que destacar la tesis doctoral realizada por RASO (1977). Otros estudios sobre el clima del archipiélago o una parte de él son los de KONN (1874), VILA (1932), OLIVER (1933), SERRA (1949), ROSSELLO (1964), J.M. JANSÀ (1968), FONTANA et al. (1974), MIRO-GRANADA (1974), FLORIT y A. JANSÀ (1980), A. JANSÀ



(1979), y GUIJARRO (1984). Y con referencia a elementos climáticos concretos se tienen los dedicados a precipitaciones (A. JANSÀ, 1976a y 1980; RASO, 1981, 1982, 1983 y 1984; GAYÀ, 1985), temperaturas (GAYÀ, 1976; RAMIS, 1979), evapotranspiraciones potenciales (GUIJARRO, 1980), irradiación solar (A. JANSÀ, 1981; GUIJARRO, 1981), y viento (J.M. JANSÀ, 1933 y 1934; J.M. JANSÀ y JAUME, 1946; A. JANSÀ, 1976b y 1982; GAYÀ, 1982). También la atmósfera superior ha sido objeto de atención (FONT, 1943; J.M. JANSÀ, 1943; RAMIS, 1976).

Además hay que contar con las aportaciones sobre climatología publicadas desde 1943 en el "Boletín Mensual Climatológico" del Centro Meteorológico de Baleares, y otras notas y trabajos no recogidos aquí por su carácter anecdótico o por contener relaciones de datos ya compendiados en la bibliografía citada.

## 1.2. Objetivos y planteamiento

Sin embargo, a pesar de esta gran cantidad de información, siguen existiendo lagunas en el conocimiento del clima balear, derivadas de la imposibilidad práctica de extender sobre todo el territorio una red de observatorios lo suficientemente densa. En efecto, éstos suelen ubicarse en aeropuertos, poblaciones más o menos grandes, centrales térmicas, y otros lugares en los que esté garantizada la dotación de personal al cuidado de la estación. De este modo la distribución de los puntos de observación resulta particularmente inadecuada para el estudio de ecosistemas naturales, que habitualmente se hallan restringidos a las zonas que, por su accidentado relieve u otras causas, han sufrido una menor transformación por actividades humanas.

En estos casos el clima ha de ser estimado a partir de los datos de los observatorios de un entorno del área estudiada, que en aras de una mayor confianza en los resultados, puede llegar a ser considerablemente grande (A. JANSÀ y GUIJARRO, 1980).

Se hace conveniente entonces desarrollar una metodología que permita realizar estas estimaciones con un máximo de rigor y objetividad, lo que constituye el principal objetivo de este trabajo.

Se pretende así obtener un modelo predominantemente empírico del clima a mesoescala (con una resolución de 1 km), basado en relaciones entre las variables climáticas y un conjunto de parámetros fisiográficos aún por determinar.

Para conseguir una adecuada significación en el necesario tratamiento estadístico se pretende contar con un mínimo de 30 puestos de observación, y por ello el estudio se va a limitar a las medidas de los observatorios termopluiométricos, únicos con los que se cumple este requisito. Por otra parte los datos de precipitaciones y temperaturas se cuentan, por su facilidad de obtención, entre los más utilizados en bioclimatología, y gran número de índices y clasificaciones climáticas están basados en ellos exclusivamente.

El primer paso a dar consiste en la adquisición de una base de datos homogeneizada, correspondiente a un mismo periodo de observación. Aquí se ha elegido el de los veinte años comprendidos entre 1961 y 1980, ambos inclusive. Se ha pretendido así escoger un periodo reciente, lo más largo posible, pero que al mismo tiempo cuente con un máximo de datos (el número de estaciones pluviométricas se incrementó notablemente alrededor de 1960). Además, este periodo coincide con los dos primeros tercios del treintenio climatológico internacional 1961-90, todavía por concluir.

Para el procesamiento de los datos se cuenta con el miniordenador de la Cátedra de Ecología, un HP-86 con 128 kb de RAM, dotado de impresora matricial de 80 columnas y trazador gráfico formato DIN-A4. Los programas, a excepción de uno de ellos, se van a desarrollar ex-profeso para este trabajo en lenguaje BASIC, lo que va a permitir una perfecta adecuación a las necesidades de cada fase del mismo.

## 2. DATOS DE BASE. OBTENCION Y DEPURACION

### 2.1. Precipitaciones

#### 2.1.1. Datos disponibles

De los ficheros del Centro Meteorológico Zonal de Palma de Mallorca se han recopilado las precipitaciones mensuales de todas las estaciones pluviométricas que presentaban al menos 15 años de observación durante el periodo 1961-80, y las anuales de aquéllas que, no alcanzando los 15 años, disponían de un mínimo de 10. Las estaciones que cumplían estas condiciones fueron 109 y 57 respectivamente (tabla 2.1), lo que proporciona una buena cobertura de estaciones, muy superior a la que se suele encontrar en otras regiones geográficas. Esto es cierto especialmente para la isla de Mallorca, que es la que posee mayor densidad de estaciones, como se puede apreciar en la figura 2.1, en la que aparecen situadas en un mapa. Numéricamente, la distribución de las estaciones en Mallorca, Menorca, e islas Pitiusas es la siguiente (entre paréntesis, número de estaciones por cada 1000 km<sup>2</sup>):

Periodo	Mallorca	Menorca	Ibiza-Form.	TOTAL
15 años	93 (25,6)	10 (14,5)	6 (9,3)	109 (22,0)
10-14 años	47 (13,0)	3 (4,4)	7 (10,9)	57 (11,5)
TOTAL	140 (38,6)	13 (18,9)	13 (20,2)	166 (33,5)

Todos estos datos se han grabado en disco magnético flexible de 5,25", y los datos ausentes se han codificado como "-1". En total se han grabado pues:

109 estaciones x 20 años x 12 meses = 26160 datos mensuales,  
y 57 estaciones x 20 años = 1140 datos anuales.

Tabla 2.1.- Estaciones pluviométricas. De las primeras 109 se han obtenido datos mensuales, y de la 110 a la 166, totales anuales.

A = altitud (m). X (km), Y (km-4000) = Coordenadas U.T.M.

Nº	Nombre	A	X	Y
1 -	S'Hort Nou (Alaro)	260	485.3	399.7
2 -	Minas Isern (Alaro)	170	483.3	393.6
3 -	Alcudia	7	510.7	411.7
4 -	La Victoria (Alcudia)	144	514.7	413.9
5 -	Algaida	194	491.3	379.2
6 -	Son Dulei (Algaida)	162	489.2	380.5
7 -	Son Fortuny (Andraitx)	105	451.9	378.5
8 -	S'Alqueria (Andraitx)	235	452.9	383.6
9 -	Arta	115	530.3	394.1
10 -	Ermita Betlem (Arta)	280	526.8	398.9
11 -	Els Olors (Arta)	170	531.3	396.8
12 -	Banyalbufar	90	458.4	393.5
13 -	Bunyola	227	474.3	394.3
14 -	Alqueria d'Avall (Bunyola)	198	473.3	395.4
15 -	Ca'n Bartola (Bunyola)	500	473.1	398.4
16 -	Orient-Son Bernadas (Bunyola)	485	480.6	398.7
17 -	Comasema (Bunyola)	540	480.9	400.6
18 -	Raxa (Bunyola)	155	472.1	392.5
19 -	Biniforani (Bunyola)	360	472.9	397.4
20 -	Raxeta (Bunyola)	230	470.6	394.2
21 -	Calvia	115	457.4	379.8
22 -	Faro Calafiguera (Calvia)	20	459.1	367.9
23 -	S'Hostalet (Calvia)	15	461.9	376.0

Nº	Nombre	A	X	Y
24 -	Biniatxo (Campanet)	120	497.6	407.5
25 -	Campos	20	502.0	364.6
26 -	Campos-Subestacion	20	502.5	365.1
27 -	Cap Sol (Campos)	20	498.9	361.6
28 -	Salinas de Levante (Campos)	5	501.1	355.8
29 -	Faro de Capdepera	70	541.0	396.5
30 -	Cala Ratjada (Capdepera)	10	539.1	395.3
31 -	Son Bujosa (Deia)	130	469.8	401.2
32 -	Casa Nova (Escorca)	615	486.3	408.7
33 -	Mortitx (Escorca)	382	493.6	413.5
34 -	Mossa (Escorca)	530	490.5	411.8
35 -	Sto. de Lluc (Escorca)	495	490.2	408.3
36 -	S'Estret (Escorca)	595	484.7	405.9
37 -	Esporles	190	463.9	391.6
38 -	Felanitx	115	513.2	369.7
39 -	Faro Porto Colom (Felanitx)	17	523.4	362.9
40 -	Balitx d'Avall (Fornalutx)	160	477.9	407.3
41 -	Monnaber (Fornalutx)	635	480.2	405.1
42 -	Inca	135	492.3	397.1
43 -	Llucmajor II	125	490.4	371.6
44 -	S'Arenal (Llucmajor)	30	479.1	372.8
45 -	Faro Cabo Blanco (Llucmajor)	85	481.8	357.3
46 -	Manacor	80	518.4	379.9

Nº	Nombre	A	X	Y
47 -	Ca S'Hereu (Manacor)	100	519.7	379.5
48 -	Rafal Roig (Manacor)	145	518.0	388.6
49 -	Son Crespi Vei (Manacor)	80	523.6	380.8
50 -	Ca'n Bajoca (Manacor del Valle)	270	488.3	402.6
51 -	Son Sureda (Marratxi)	122	477.7	389.1
52 -	Sa Cabaneta (Marratxi)	150	478.8	385.8
53 -	Palma	12	470.5	380.0
54 -	Palma-Urania	35	470.2	381.8
55 -	Aeropuerto de Palma de Mca.	5	477.9	379.4
56 -	Establiments (Palma)	130	467.6	386.6
57 -	Porto Pi (Palma)	3	467.8	377.9
58 -	Faro Puerto de Palma	5	468.7	379.3
59 -	Estacion Experimental (Palma)	35	471.5	382.3
60 -	Xorrigo (Palma)	62	484.1	380.7
61 -	Ariany (Petra)	120	509.6	389.1
62 -	Cabanells Nous (Petra)	97	520.3	393.4
63 -	Pollensa	55	501.5	414.5
64 -	Base Hidros (Pollensa)	3	508.6	417.9
65 -	Ca'n Serra (Pollensa)	95	498.5	413.6
66 -	Faro Formentor (Pollensa)	150	518.2	423.7
67 -	Ca'n Cap de Bou (Pollensa)	5	506.9	413.5
68 -	Son Grua (Pollensa)	125	497.4	413.8
69 -	Porreres	120	502.3	374.2
70 -	Sa Pobla	25	502.0	402.5
71 -	Sa Campaneta (Puigpunyent)	535	459.3	389.5
72 -	Galilea (Puigpunyent)	430	457.7	384.8
73 -	Son Net (Puigpunyent)	265	459.2	386.3
74 -	Son Serralta (Puigpunyent)	240	460.8	385.5
75 -	Sa Garrigueta (Puigpunyent)	480	457.2	384.7
76 -	S'Avall (Ses Salines)	10	503.2	351.1

Nº	Nombre	A	X	Y
77 -	L'Oliba (Sencelles)	110	491.4	388.8
78 -	Sant Joan	135	503.5	383.1
79 -	Sant Joan II	130	503.6	382.9
80 -	Santa Maria	135	480.2	389.2
81 -	Es Cabas (Sta. Maria)	195	478.7	391.9
82 -	Santanyi	50	511.3	356.3
83 -	S'Alqueria Blanca (Santanyi)	120	514.2	360.1
84 -	Faro Cabo Salinas (Santanyi)	7	504.8	346.4
85 -	Caimari (Selva)	190	491.6	402.7
86 -	Sineu	135	501.0	386.4
87 -	Soller	40	475.8	402.0
88 -	Faro La Cruz (Soller)	15	473.5	405.5
89 -	Faro Punta Grossa (Soller)	130	472.8	405.5
90 -	Son Servera	80	530.9	386.0
91 -	Son Mas (Valldemossa)	374	466.2	395.5
92 -	Son Patx (Valldemossa)	180	469.0	391.9
93 -	Faro Llebeix (I.Dragonera)	105	440.4	380.9
94 -	Ciudadela-Subestacion	27	573.1	428.8
95 -	Faro C. D'Artruix (Ciudadela)	7	570.5	419.7
96 -	Faro Puerto de Ciudadela	5	570.3	427.8
97 -	Mahon	48	607.8	416.3
98 -	Faro Cabo Favaritx (Mahon)	12	608.2	428.4
99 -	Faro Puerto de Mahon	10	611.8	413.8
100 -	Llumesanes (Mahon)	67	606.4	414.2
101 -	Faro C. Cavalleria (Mercadal)	85	593.2	438.4
102 -	Sant Lluís	61	607.6	412.2
103 -	Faro Isla del Aire	20	610.8	406.5
104 -	Ibiza-Central Termica	12	363.9	309.2
105 -	Faro Botafoch (Ibiza)	15	366.1	307.5
106 -	Faro Isla Conejera	45	345.3	317.8

Nº	Nombre	A	X	Y
107	- Aeroport de Ibiza (S. Jose)	15	358.7	304.6
108	- Faro de Formentera	105	376.8	280.6
109	- La Sabina (I.Formentera)	3	362.5	288.4
110	- Son Bergas (Alaro)	240	483.8	397.5
111	- Son Fuster (Alaro)	210	483.7	396.6
112	- Alcudia-Butano	12	512.2	410.5
113	- Santuario de Cura (Algaida)	540	493.7	375.6
114	- S'Arraco (Andraitx)	80	448.0	381.2
115	- Sa Corbaia (Arta)	115	531.2	392.2
116	- Ses Pastores (Arta)	85	521.1	394.9
117	- Es Pinaret (Binissalem)	142	485.2	392.7
118	- Sierra de Alfabia (Bunyola)	1030	475.5	398.6
119	- Alfabia Nou (Bunyola)	270	473.6	396.8
120	- Son Vic Nou (Calvia)	50	454.2	378.8
121	- Ses Fonts (Campanet)	135	496.6	407.5
122	- Son Manyes (Consell)	155	483.8	392.2
123	- Costitx	140	495.8	389.9
124	- Cuber (Escorca)	738	482.2	403.6
125	- Mortitxet (Escorca)	370	494.3	413.3
126	- Son Torrella (Escorca)	850	482.2	405.4
127	- Turitxant d'Abaix (Escorca)	500	485.3	407.7
128	- Ses Rotes (Esporlas)	150	466.3	390.4
129	- Estellencs	140	455.5	389.6
130	- Estellencs-Arrabal	160	455.6	389.5
131	- Felanitx II	118	513.1	369.1
132	- Binibassi (Fornalutx)	120	477.2	403.2
133	- Lluçmajor	130	490.6	371.8
134	- Lluçmajor-Subestacion	162	491.6	372.4
135	- S'Arenal-Parroquia (Lluçmajor)	35	479.2	372.7
136	- Ca's Busso (Lluçmajor)	82	485.8	361.7

Nº	Nombre	A	X	Y
137	- Mas Deu (Lluçmajor)	65	493.9	363.1
138	- Llubí	60	500.7	394.6
139	- Manacor-Subestacion	77	516.2	380.7
140	- Manacor-Perlas	80	518.3	380.0
141	- Son Sureda Ric (Manacor)	120	517.4	386.2
142	- Son Mas Nou (Manacor)	60	525.1	375.3
143	- Moli Paperer (Manacor)	35	514.4	387.1
144	- Maria de sa Salut (Montblanc)	65	509.8	391.5
145	- Marratxí	95	477.5	385.5
146	- Pont d'Inca (Marratxí)	35	473.6	383.1
147	- Muro	55	504.6	398.4
148	- Petra	100	509.7	385.1
149	- Ca'n Cusset (Pollensa)	64	501.0	412.0
150	- Sa Pobla-Subestacion	25	502.7	401.8
151	- Son Brondo (San Juan)	170	500.1	383.8
152	- Son Serra de M. (Sta. Margalida)	45	518.8	396.5
153	- Sa Vadelleta (Selva)	150	493.3	403.5
154	- Soller II	40	475.9	402.0
155	- Ca'n Roc (Soller)	10	474.7	403.8
156	- Faro I. de Cabrera	95	493.3	371.3
157	- Alaior	120	597.4	421.2
158	- Aeropuerto de Mahon	81	604.9	413.6
159	- Mercadal-Subestacion	63	593.4	426.8
160	- Es Puiguet (Ibiza)	80	361.9	311.5
161	- Faro Coves Blanques (S. Antoni)	5	352.7	316.0
162	- Santa Eularia	20	373.1	316.5
163	- Sant Carles (Sta. Eularia)	58	375.9	321.8
164	- Ca'n Palerm (Sta. Eularia)	92	365.1	316.1
165	- Salinas Marroig (I.Formentera)	2	364.1	289.3
166	- Formentera-Central Termica	23	366.9	283.9

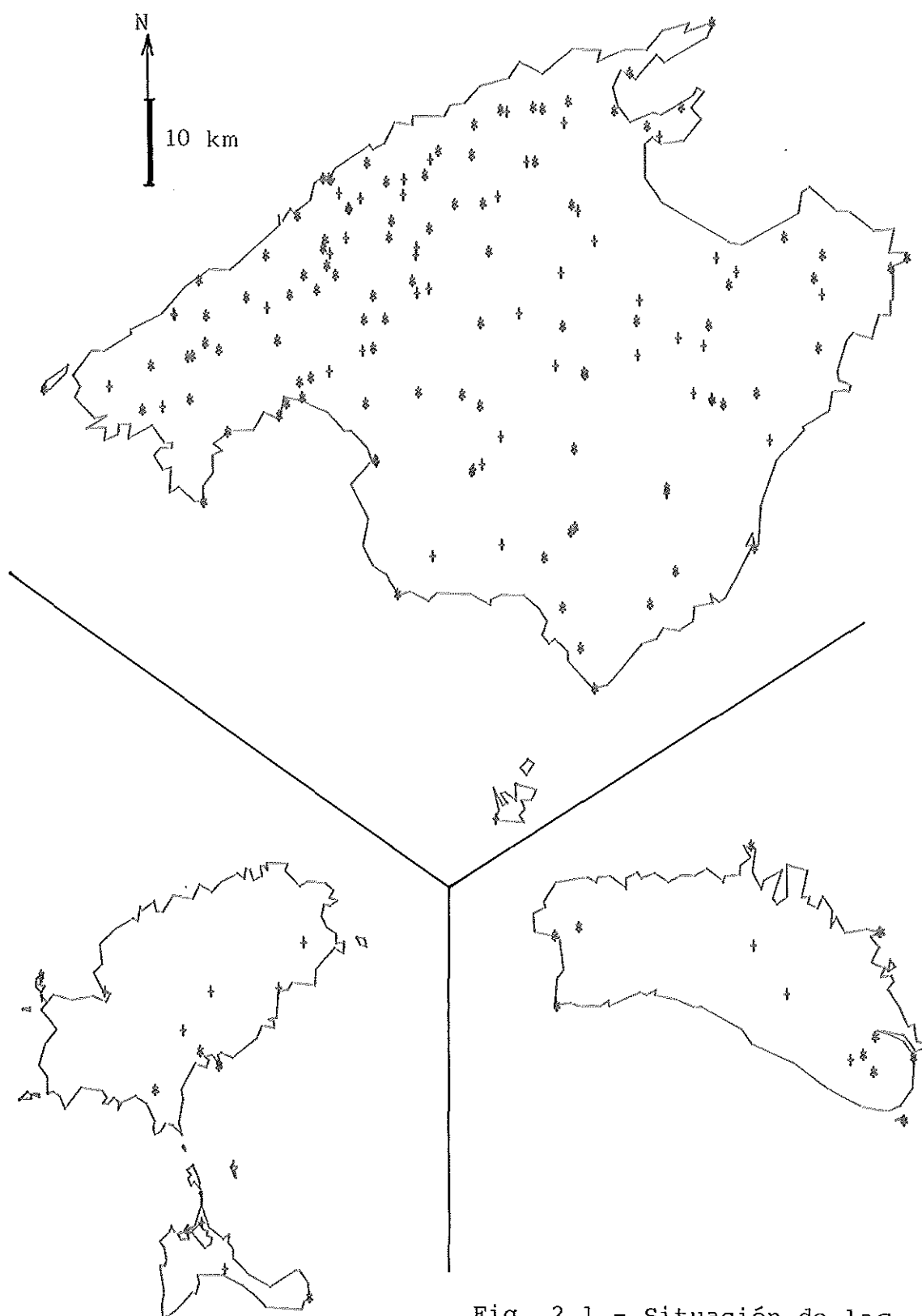


Fig. 2.1.- Situación de las estaciones pluviométricas. (\* : datos mensuales; + : sólo datos anuales).



Los datos se han redondeado a mm enteros en todos los casos en que la precipitación ha alcanzado o superado los 10 mm. Esto ha supuesto una gran economía de trabajo, sin merma de la calidad de los datos, dado que se estima que los errores de la medida de la precipitación son del orden del 10%, y el error cometido con el redondeo es, en el peor de los casos (tomar 11 en lugar de 10,5), inferior al 5%.

#### 2.1.2. Depuración del fichero

Una vez corregido el fichero de los errores producidos durante la grabación, se ha procedido a su depuración, bajo dos aspectos: a) Eliminación de los posibles errores de los datos. b) Estimación de los datos ausentes, por interpolación con otras estaciones, para completar el fichero.

El control de calidad de los datos pluviométricos (o climáticos en general) y su representatividad han sido objeto de atención por diversos investigadores (BROWN y PECK, 1962; SHEARMAN, 1975; SNEVA y CALVIN, 1978; TRENDDEL et al., 1978; SPACKMAN y SINGLETON, 1982). Aquí, al haber tomado los datos directamente de los ficheros del organismo encargado de la concentración y primera depuración de los datos climáticos de las Islas Baleares, ya se evita gran parte de los errores, como son los debidos a la transcripción a otros impresos y posterior publicación de los mismos. No obstante queda por resolver el problema de las lagunas existentes en las series. Cuando se trata de obtener medias referidas a un periodo común de observaciones el problema se simplifica bastante, pudiendo acudir a métodos sencillos como el de las proporciones (CONRAD y POLLACK, 1962; J.M. JANSÅ, 1969). Pero aquí se intenta reconstruir las series, de modo que se les pueda aplicar tratamientos estadísticos más elaborados (desviaciones típicas, límites de confianza de las medias, ajuste a

distribuciones de probabilidad adecuadas, etc.). Para ello la técnica más apropiada parece la basada en regresiones lineales interestaciones, ponderando los resultados de varias estimaciones, tal como proponen RUFFRAY et al. (1981).

A continuación se procede a realizar un estudio tendente a optimizar este método para su aplicación a los datos de Baleares.

#### 2.1.2.1. Optimización del método

Se comienza por hacer un análisis de regresión entre una estación base y el resto de las estaciones. Como estación base se elige la del aeropuerto de Palma, por ser una estación sin lagunas de observación, mantenida por personal del Instituto Nacional de Meteorología, y situada lejos de accidentes orográficos y aglomeraciones urbanas. Este análisis se realiza en tres modalidades: a) tratando cada mes por separado; b) tratando todos los datos conjuntamente; c) agrupando los datos según las estaciones del año (primavera: meses de marzo, abril y mayo; y así sucesivamente). Los datos medios de los coeficientes  $a$  y  $b$  (de las rectas de regresión  $Y=a+b.X$ ) y  $r^2$  (coeficiente de determinación) se presentan en la tabla 2.2, mientras que en la tabla 2.3 se dan los cinco mayores coeficientes de determinación, y su estación pluviométrica correspondiente. En ambas tablas se observa una gran variabilidad, tanto en los valores de los coeficientes como en el orden de las estaciones con mayor  $r^2$ . Esta variabilidad es lógica si tenemos en cuenta la gran aleatoriedad de la precipitación, tanto en el espacio como en el tiempo, y para las regresiones mensuales se añade también el efecto de una escasa base de datos, ya que los valores individuales, es decir, entre el aeropuerto de Palma y una sola estación pluviométrica, se basan en un número de pares de datos que oscila entre 15 y 20.

Tabla 2.2.- Medias (m) y desviaciones típicas (s) de los coeficientes a, b, y  $r^2$  de las regresiones lineales (mensuales, anual, y estacionales) entre las precipitaciones mensuales del aeropuerto de Palma y las de las otras 108 estaciones pluviométricas.

	Coef. a		Coef. b		Coef. $r^2$	
	m	s	m	s	m	s
Enero	10,07	35,80	0,474	0,054	0,558	0,043
Febrero	-0,92	19,57	0,744	0,104	0,780	0,026
Marzo	8,52	26,76	0,506	0,056	0,637	0,022
Abril	0,46	21,53	0,704	0,040	0,790	0,015
Mayo	7,08	24,08	0,669	0,053	0,584	0,031
Junio	6,54	12,93	0,594	0,044	0,448	0,037
Julio	3,28	8,46	0,712	0,195	0,372	0,077
Agosto	5,09	16,65	0,516	0,048	0,423	0,037
Septiembre	10,58	77,98	0,682	0,023	0,678	0,031
Octubre	28,21	445,36	0,587	0,080	0,361	0,048
Noviembre	12,81	43,82	0,413	0,040	0,508	0,037
Diciembre	11,55	84,28	0,534	0,053	0,602	0,035
Anual	8,04	20,27	0,580	0,041	0,573	0,018
Primavera	7,12	16,76	0,584	0,048	0,630	0,018
Verano	5,76	5,19	0,519	0,030	0,411	0,022
Otoño	16,51	104,87	0,564	0,046	0,451	0,037
Invierno	6,53	29,11	0,563	0,051	0,650	0,021

Tabla 2.3.- Cinco mejores coeficientes de determinación de las regresiones lineales (mensuales, anual, y estacionales) entre las precipitaciones mensuales del aeropuerto de Palma y las de las otras 108 estaciones pluviométricas. (Tras el signo igual, número de la estación relacionada).

	<u>1º</u>	<u>2º</u>	<u>3º</u>	<u>4º</u>	<u>5º</u>
Enero	0,947=52	0,913=43	0,903= 5	0,899= 6	0,892=80
Febrero	0,977=59	0,958= 1	0,954=23	0,953=57	0,952=81
Marzo	0,869=59	0,865=52	0,865= 6	0,865=61	0,863=80
Abril	0,962=58	0,954=53	0,947=59	0,945=51	0,945=54
Mayo	0,907= 6	0,876=44	0,871=52	0,870= 5	0,839=43
Junio	0,918=86	0,870= 5	0,837=70	0,815=44	0,814=43
Julio	0,941=79	0,929=42	0,921=82	0,897=78	0,890=86
Agosto	0,869=44	0,867=60	0,855=54	0,848=53	0,845=58
Septiembre	0,940=52	0,939=54	0,914=59	0,906=58	0,905=53
Octubre	0,846=56	0,823=60	0,819=52	0,804=21	0,790=23
Noviembre	0,889=44	0,848=52	0,818=13	0,813= 5	0,794=51
Diciembre	0,934=52	0,905=51	0,892= 2	0,866=58	0,861=56
Anual	0,860=52	0,842=54	0,840=53	0,830=59	0,827=60
Primavera	0,894= 6	0,880=44	0,875=53	0,867=59	0,864=57
Verano	0,796=44	0,742=54	0,724=59	0,716=60	0,685=53
Otoño	0,855=52	0,794=59	0,784=53	0,780=54	0,779=60
Invierno	0,897=52	0,886=58	0,879= 5	0,874=54	0,871= 2

La variabilidad de los valores de la tabla 2.1 se observa mejor al representarlos gráficamente, como en la figura 2.2, en la que la variación mensual en la media del coeficiente "a" aparece bien inferior a los límites de variación de  $\pm 1,96s$ , que en la mayoría de los meses se salen de la gráfica por su magnitud. En cambio los coeficientes "b" medios presentan desviaciones típicas menores, con lo que la evolución a lo largo del año podría ser significativa: el valor anual intercepta los intervalos de confianza del 95% sólo en un 75% de los meses. No obstante la diferencia entre estos niveles de confianza no es grande, y podría ser debida a lo reducido de la base de datos de estos valores mensuales, pues aunque el valor medio de b está calculado sobre unos 2000 pares de datos (108 estaciones, por 15 a 20 años de observación), los 20 años del periodo de estudio han tenido una distribución pluviométrica concreta e irrepetible, y es posible que con otro periodo diferente la evolución anual del coeficiente "b" medio fuera distinta a ésta.

El coeficiente de determinación también presenta fuertes oscilaciones, que en este caso sí aparecen como claramente significativas, interceptando el valor anual un 33% de los intervalos de confianza del 95%. Aunque parte de estas oscilaciones pueden ser debidas al azar, son lógicos los bajos valores de verano y otoño, cuando las precipitaciones tienen en gran parte un origen convectivo que les confiere una mayor aleatoriedad, a lo que en verano hay que añadir el hecho de presentar valores muy bajos.

Veamos ahora lo que sucede al hacer lo mismo con estaciones individuales, en lugar de emplear el conjunto de todas ellas. En la tabla 2.4 se relacionan los valores mensuales, estacionales y anual, de los coeficientes a, b, y  $r^2$ , para las cinco estaciones con mejor coeficiente de determinación anual, observándose asimismo una gran variabilidad en los valores a lo largo del año. Para una mejor visualización y comparación con la gráfica anterior,

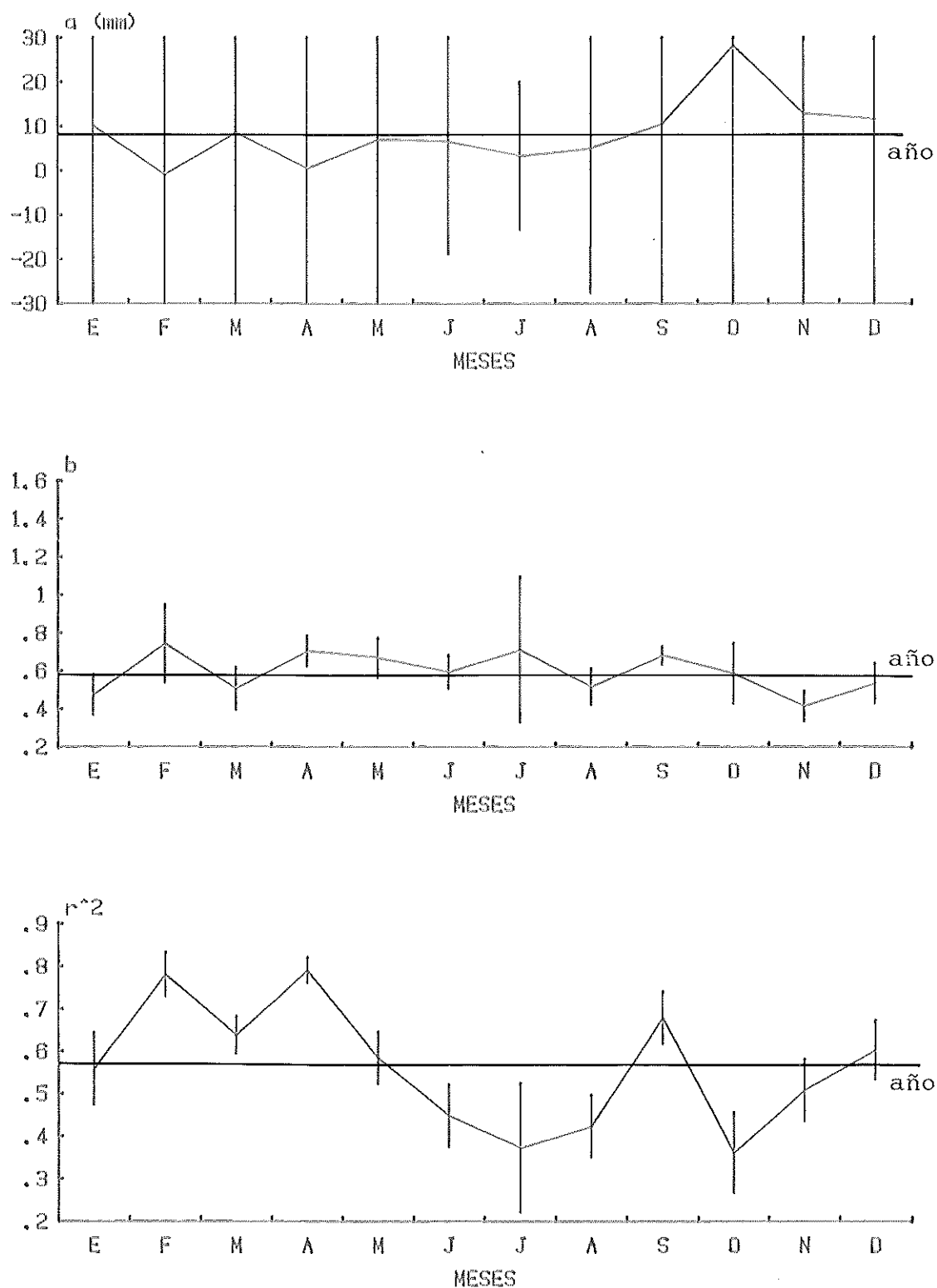


Fig. 2.2,- Evolución anual de las medias (e intervalos de confianza del 95%) de los coeficientes  $a$ ,  $b$ , y  $r^2$  de las regresiones lineales entre las precipitaciones del aeropuerto de Palma y las de las otras 108 estaciones pluviométricas.

Tabla 2.4.- Regresiones lineales entre las precipitaciones mensuales del aeropuerto de Palma y las de las otras 108 estaciones pluviométricas: Coeficientes a, b, y  $r^2$  (mensuales, anual, y estacionales) de las 5 estaciones con mejor  $r^2$  anual.

	ESTACIONES				
	Sa Cabaneta (nº 52)	Urania (nº 54)	Palma (nº 53)	Est. Exp. (nº 59)	Xorrigo (nº 60)
<u>Coeficientes a</u>					
Enero	1,332	3,147	3,709	4,360	4,796
Febrero	-7,223	-4,702	-3,410	-3,365	3,416
Marzo	-1,751	1,968	1,306	1,197	2,558
Abril	0,675	0,796	2,448	-3,093	-0,692
Mayo	-5,322	3,402	3,092	1,775	3,943
Junio	-0,659	4,227	4,800	3,364	6,859
Julio	-0,521	-0,974	0,630	-0,922	1,219
Agosto	2,425	-0,579	-1,051	0,378	2,473
Septiembre	-0,867	6,725	9,964	6,099	11,550
Octubre	-14,730	-0,700	4,208	9,839	5,833
Noviembre	2,378	6,173	9,866	5,333	8,363
Diciembre	0,224	2,053	3,776	11,165	-1,147
Anual	-2,504	2,228	3,171	3,240	2,942
Primavera	-1,349	2,491	3,158	0,319	2,082
Verano	1,802	2,564	2,508	1,941	3,617
Otoño	-5,177	3,642	6,804	4,852	7,289
Invierno	-2,022	0,149	0,763	4,804	2,484

(Sigue)

(Continuación)

	ESTACIONES				
	Sa Cabaneta (nº 52)	Urania (nº 54)	Palma (nº 53)	Est.Exp. (nº 59)	Xorrigo (nº 60)
<u>Coefficientes b</u>					
Enero	0,662	0,736	0,863	0,698	0,717
Febrero	0,997	1,058	1,171	1,127	0,846
Marzo	0,863	0,834	1,033	0,943	0,922
Abril	0,790	0,853	0,898	0,988	0,962
Mayo	0,999	0,937	1,032	1,020	0,812
Junio	0,774	0,752	0,733	0,891	0,533
Julio	1,078	1,709	1,429	1,645	0,660
Agosto	0,581	0,819	0,975	0,873	0,889
Septiembre	0,883	0,723	0,793	0,844	0,740
Octubre	1,163	0,971	1,030	0,842	0,986
Noviembre	0,744	0,681	0,678	0,744	0,749
Diciembre	0,858	0,834	0,979	0,640	0,993
Anual	0,890	0,839	0,934	0,844	0,879
Primavera	0,858	0,858	0,951	0,970	0,896
Verano	0,659	0,794	0,863	0,901	0,684
Otoño	0,978	0,826	0,887	0,853	0,874
Invierno	0,828	0,859	1,006	0,747	0,861
<u>Coefficientes r<sup>2</sup></u>					
Enero	0,947	0,835	0,872	0,890	0,868
Febrero	0,903	0,948	0,938	0,978	0,922
Marzo	0,866	0,861	0,855	0,870	0,768
Abril	0,869	0,946	0,954	0,948	0,922
Mayo	0,871	0,744	0,819	0,778	0,736
Junio	0,637	0,764	0,622	0,684	0,563
Julio	0,608	0,617	0,505	0,840	0,825
Agosto	0,615	0,856	0,849	0,733	0,868
Septiembre	0,940	0,939	0,905	0,915	0,722
Octubre	0,820	0,686	0,728	0,631	0,823
Noviembre	0,849	0,715	0,705	0,771	0,735
Diciembre	0,935	0,860	0,811	0,725	0,856
Anual	0,860	0,843	0,840	0,830	0,828
Primavera	0,860	0,848	0,876	0,868	0,817
Verano	0,611	0,743	0,685	0,725	0,716
Otoño	0,855	0,781	0,785	0,794	0,780
Invierno	0,898	0,875	0,865	0,812	0,870



se ha confeccionado una similar (fig. 2.3) con los valores de Sa Cabaneta, la estación con mejor  $r^2$  anual (0,86). De la comparación de ambas figuras se desprenden las siguientes observaciones:

La evolución anual de los coeficientes "a" mensuales de una y otra presentan algunas semejanzas, pero el rasgo más sobresaliente en la figura 2.2, el máximo de octubre, resulta ser en la figura 2.3 el mínimo de todo el año, y el mínimo relativo de abril de la primera, pasa a ser un máximo relativo en la segunda. Por otra parte se confirma la falta de significación de estas oscilaciones en los valores mensuales, al encajar bastante bien el valor anual en los intervalos de confianza del 95%.

En cuanto a los coeficientes "b", también se observan importantes diferencias al comparar sus respectivas evoluciones anuales. Además, aunque el porcentaje del 75% de intervalos de confianza interceptados por el valor anual varía poco (ahora es del 83%), los meses discordantes no concuerdan en ningún caso, pues mientras en la figura 2.2 los intervalos no interceptados eran los de abril, septiembre y noviembre, en la figura 2.3 resultan ser los de enero y octubre.

La variación anual del coeficiente de determinación aparece más suavizada que en la figura 2.2, pero se mantiene la tónica de unos valores estivales bajos, que confirman la menor correlación de las escasas e irregularmente distribuidas precipitaciones estivales. No sucede lo mismo con el mínimo de octubre, que se suaviza hasta el extremo de resultar irrelevante. Aquí no se han calculado límites de confianza ya que el método requiere un mínimo de 25 pares de datos (SOKAL y ROHLF, 1980).

De todo lo anterior se puede deducir que no es necesario calcular ecuaciones de regresión para cada mes (ni siquiera para cada estación del año), bastando con una sola ecuación de regresión para todos los datos. No obstante conviene asegurarse mediante una prueba de aplicación

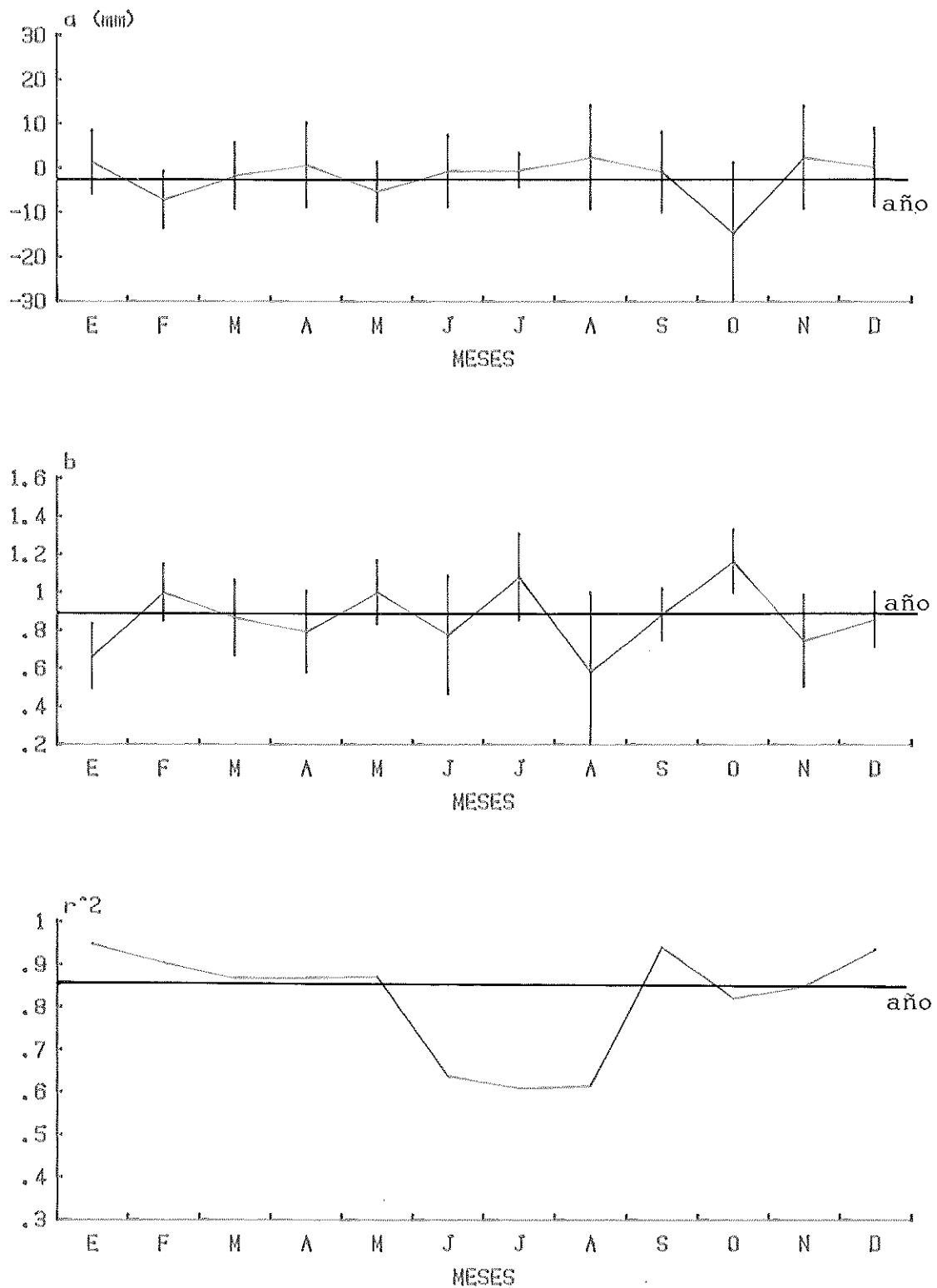


Fig. 2.3.- Evolución anual (e intervalos de confianza del 95%) de los coeficientes  $a$ ,  $b$ , y  $r^2$  de las regresiones lineales entre las precipitaciones del aeropuerto de Palma y las de la estación con mejor  $r^2$  anual (Sa Cabaneta).

práctica de las ecuaciones de regresión a la interpolación de los datos del aeropuerto de Palma. Para que la prueba tenga mayor significación en cuanto a determinar la bondad de las ecuaciones, es conveniente realizarla con un conjunto de datos independiente del empleado para hallarlas. Para cumplir esta condición se realiza una modificación en el programa, de forma que calcule las ecuaciones (mensuales, anual, y estacionales) con los primeros 13 años del periodo de estudio (1961-73), reservando los otros 7 (1974-80) para la prueba. El método de interpolación empleado para efectuar el contraste de las ecuaciones es el siguiente:

Para las cinco estaciones con mayor coeficiente de determinación anual (véase la tabla 2.2), se calculan los coeficientes  $a$ ,  $b$  y  $r^2$ , mensuales, anuales, y estacionales. Así, para cada una de las estaciones de comparación podemos estimar el dato problema del aeropuerto como:

$$P_i = a_i + b_i \cdot R_i$$

siendo  $P_i$  la precipitación mensual (una concreta) del aeropuerto de Palma estimada con la estación  $i$ , cuya correspondiente precipitación es  $R_i$ . La precipitación estimada del aeropuerto será entonces (como proponen RUFFRAY et al., 1981) la media ponderada de las cinco  $P_i$ , empleando como factor de ponderación el coeficiente de determinación:

$$P = \sum_{i=1}^{i=5} P_i \cdot r_i^2 / \sum_{i=1}^{i=5} r_i^2$$

De este modo la precipitación estimada no depende de una sola estación, sino de varias, con objeto de que los errores puedan quedar amortiguados. El número de estaciones de referencia, 5, se ha elegido provisionalmente. El factor de ponderación hace que tengan más peso en la estimación final las estaciones que explican un mayor porcentaje de la varianza de la estación problema.

Al ejecutar el programa y comparar los datos estimados con los medidos se obtuvieron los resultados presentados en la tabla 2.5, en la que para cada mes y para el conjunto del

Tabla 2.5.- Errores en la interpolación de las precipitaciones mensuales del aeropuerto de Palma durante el periodo 1974-80, mediante las ecuaciones de regresión generadas a partir de las precipitaciones del periodo 1961-73: desviaciones máxima, media, y típica, y coeficiente de variación (su valor anual es la media de los mensuales).

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun.	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
<u>Ecuaciones mensuales:</u>													
Des.máx.	-14,0	-31,3	-12,1	-10,7	-11,2	13,9	14,3	10,7	-22,9	36,5	-19,6	-23,3	36,5
Des.med.	-1,6	-7,2	-3,0	-5,0	-4,2	6,6	5,4	3,3	-8,1	2,1	2,0	-3,6	-0,4
Des.típ.	8,2	13,3	7,5	6,8	6,7	8,4	7,7	6,4	11,7	19,8	10,6	11,0	9,8
Coe.var.	24	31	22	15	16	63	72	32	22	23	29	24	31
<u>Ecuaciones estacionales:</u>													
Des.máx.	-8,3	-34,9	-12,4	-8,1	-14,0	16,0	5,0	10,0	-21,4	-55,9	16,8	-26,2	-55,9
Des.med.	0,7	-6,9	-3,6	-3,1	-6,7	5,9	2,0	3,7	-4,8	-8,2	4,9	-6,0	-0,6
Des.típ.	4,4	14,6	7,7	4,8	9,2	8,7	3,2	5,7	9,3	23,9	10,2	13,1	10,2
Coe.var.	13	34	22	11	22	65	30	28	18	27	28	28	27
<u>Ecuación anual:</u>													
Des.máx.	-6,4	-29,3	-13,0	-8,9	-13,8	12,3	-4,3	9,0	-22,7	-58,7	15,9	-20,6	-58,7
Des.med.	2,3	-4,9	-3,2	-3,0	-6,4	4,8	1,1	2,2	-7,1	-10,8	2,8	-3,8	-0,8
Des.típ.	4,7	12,2	7,8	5,3	9,1	7,0	3,2	4,8	10,7	25,0	9,6	10,8	10,0
Coe.var.	14	28	23	12	22	52	30	24	20	29	26	23	25

año se dan: desviación máxima, desviación media, desviación típica, y coeficiente de variación (que en este caso representa el error relativo medio), para los tres tipos de ecuaciones obtenidas: mensuales, estacionales, y anual. Aunque la desviación máxima anual es cada vez mayor al pasar del primer tipo de interpolación al segundo y al tercero, si nos fijamos en los valores mensuales observamos que la mayoría de ellos, o no muestran variaciones apreciables, o mejoran ostensiblemente.

Las desviaciones medias nos indican, al apartarse de cero, el grado de sesgo que presentan las estimaciones. En su representación gráfica (fig. 2.4) se observa que, excepto en julio y octubre, las diferencias entre los tres tipos de interpolación no son muy acusadas, y con la ecuación anual el sesgo es menor o similar a los otros en todos los meses salvo en octubre.

Las desviaciones típicas también mejoran bastante, aunque nuevamente es el mes de octubre el que presenta un comportamiento discordante. El valor anual prácticamente no varía, oscilando entre 9,8 y 10,2 mm. En cambio, en los coeficientes de variación, al obtenerse dividiendo las desviaciones por los valores medios mensuales, el mes de octubre deja de destacarse (por su elevada precipitación media), presentándose el máximo en junio-julio (fig. 2.5). Nuevamente las variaciones entre los tres tipos de interpolación son pequeñas, y el tercero proporciona, en conjunto, mejores resultados que los otros dos, por lo que parece definitivamente justificada la elección de una sola ecuación (la anual) para todos los datos, en lugar de emplear ecuaciones mensuales o estacionales.

Pero hasta aquí hemos aplicado el modelo I de regresión, en el que se supone que la variable independiente se mide sin error, y sin embargo los datos de precipitación están todos sujetos a error en mayor o menor grado (de ahí la realización de una media ponderada de varias estimaciones). Así pues resulta conveniente aplicar otro

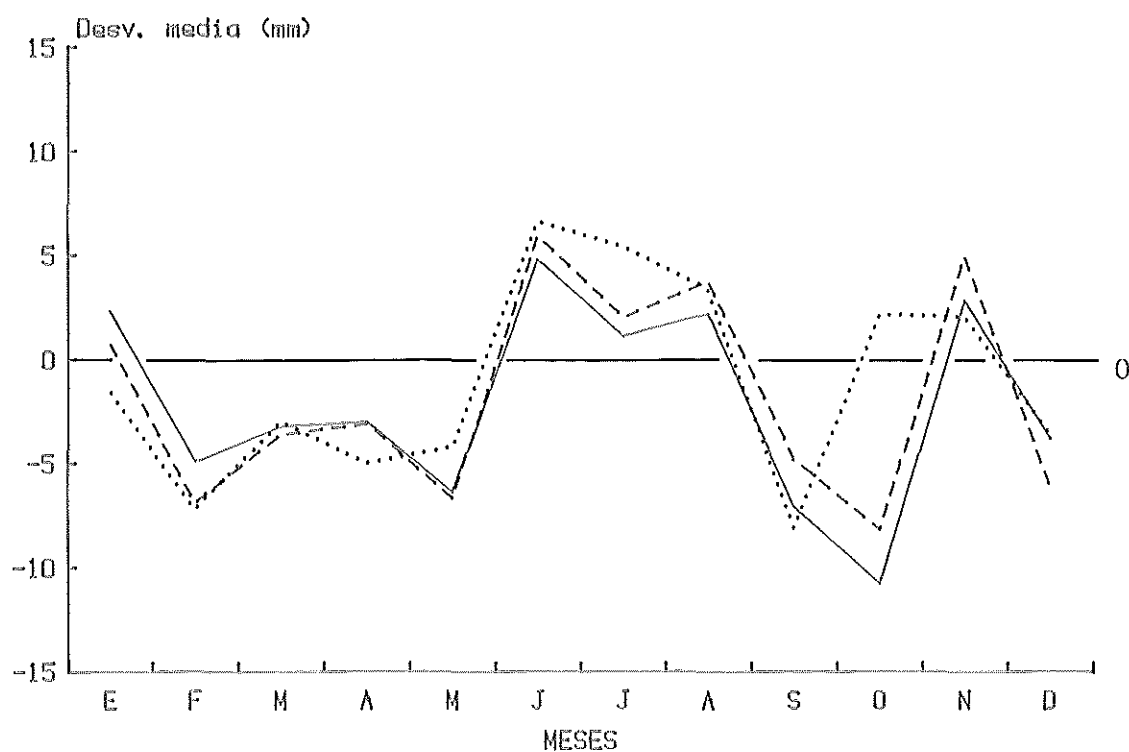


Fig. 2.4.- Evolución anual de la desviación media en la interpolación de las precipitaciones mensuales del aeropuerto de Palma, empleando: a) ecuaciones mensuales (.....); b) ecuaciones estacionales (-----); c) una ecuación anual (—).

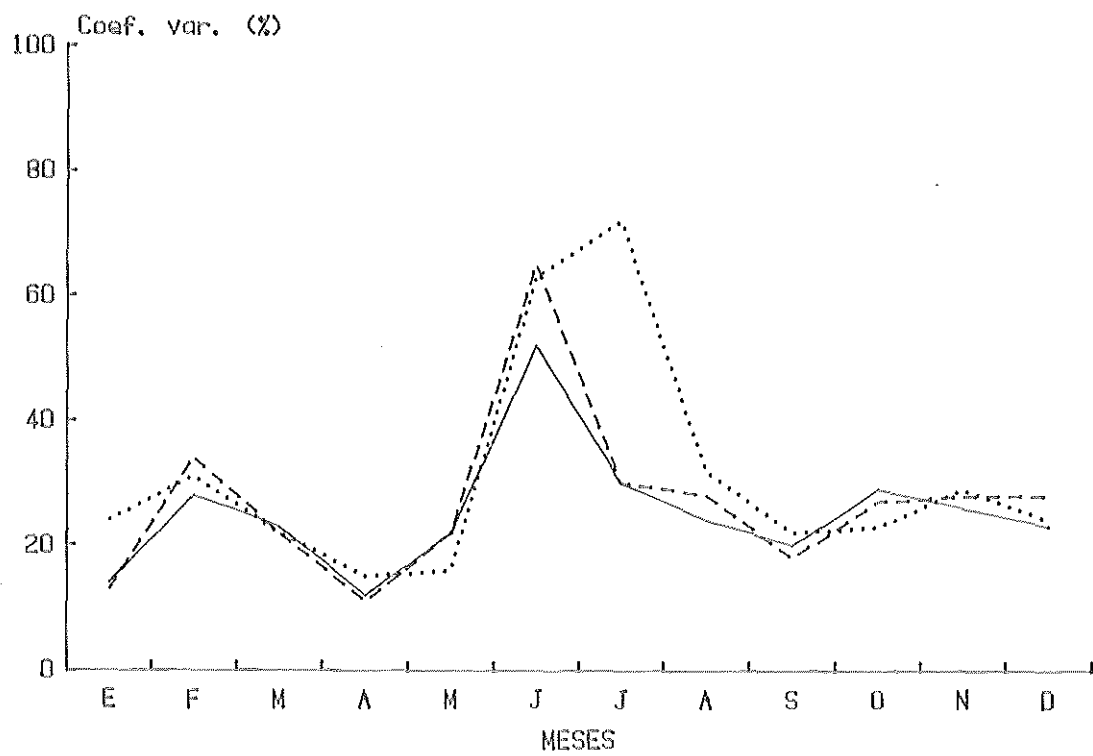


Fig. 2.5.- Evolución anual del coeficiente de variación en la interpolación de las precipitaciones mensuales del aeropuerto de Palma, empleando: a) ecuaciones mensuales (.....); b) ecuaciones estacionales (-----); c) una ecuación anual (—).

modelo de regresión más acorde con la realidad. Se podría ajustar una recta haciendo mínimos los cuadrados de las distancias de los puntos a dicha recta (en dirección perpendicular a la misma, y no paralelamente al eje de ordenadas), pero por su sencillez se ha preferido la aplicación de una recta de Teissier, o eje mayor reducido (DAGET, 1979), según la cual la relación entre la precipitación problema  $P_i$  y la de una estación de referencia  $R_i$  es:

$$(P_i - m_P) / s_P = \pm (R_i - m_R) / s_R$$

donde  $m_P$ ,  $s_P$  y  $m_R$ ,  $s_R$  son las medias y desviaciones típicas de las estaciones problema y de referencia, respectivamente. El signo que hay que tomar es el de la covarianza, o bien el del coeficiente de correlación. Esta expresión afirma pues la identidad de los valores absolutos de las variables, una vez tipificadas éstas.

Los resultados de la aplicación de este modelo de regresión a los datos del aeropuerto de Palma, del mismo modo y con las mismas estaciones de referencia que el análisis anual de la tabla 2.5, son los reflejados en la tabla 2.6. Al comparar ambos resultados se observa una apreciable mejoría en todos los valores anuales, así como en los mensuales, como se observa en la figura 2.6, en la que se ha representado la evolución anual de los coeficientes de variación de ambos modelos de regresión. Debido a esta mejora se empleará este segundo modelo para efectuar las interpolaciones.

Sólo resta ahora cuestionar si realmente los mejores resultados se obtienen con cinco estaciones de referencia, o con otro número de ellas. Para determinar el número óptimo de estaciones se pasa a realizar sucesivos análisis de regresión (con la recta de Teissier), empleando un número creciente de estaciones, desde 1 hasta 10. Esto se lleva a cabo dos veces: 1) con un conjunto de estaciones en el que todas presentan un elevado coeficiente de determinación;



Tabla 2.6.- Errores en la interpolación de las precipitaciones mensuales del aeropuerto de Palma durante el periodo 1974-80, mediante ecuaciones de regresión (rectas de Teissier) generadas a partir de las precipitaciones del periodo 1961-73: desviaciones máxima, media, y típica, y coeficiente de variación (su valor anual es la media de los mensuales).

	Ene	Feb	Mar	Abr.	May.	Jun	Jul	Ago	Sep.	Oct	Nov	Dic	Anual
Des.máx.	8,5	-20,9	-10,6	-5,9	-13,2	13,7	-3,9	9,1	-23,6	-50,0	17,6	-16,5	-50,0
Des.med.	2,4	-4,5	-3,5	-2,2	-6,1	3,7	-0,9	1,5	-6,0	-6,6	3,3	-2,9	-0,6
Des.típ.	5,5	9,0	6,8	3,4	8,4	7,1	2,4	5,3	10,4	21,4	9,7	8,9	8,8
Coe.var.	16	21	20	8	20	53	23	26	20	25	27	19	23

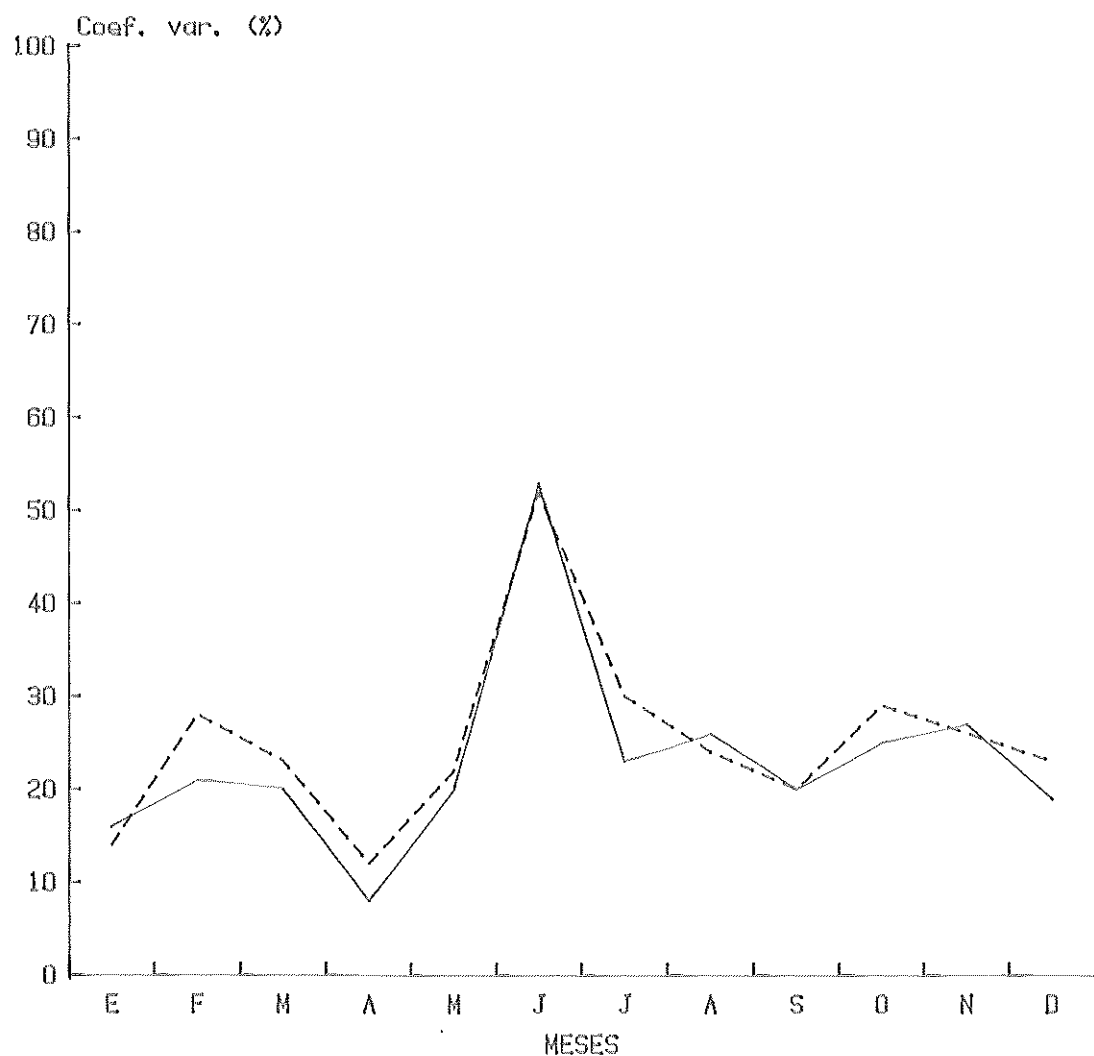


Fig. 2.6.- Evolución anual del coeficiente de variación en la interpolación de las precipitaciones mensuales del aeropuerto de Palma, empleando: a) una recta de regresión modelo I (-----); b) una recta de Teissier (——).

2) con un conjunto de estaciones con coeficientes de determinación altos, medianos, y bajos. Las estaciones elegidas y sus coeficientes  $r^2$  con el aeropuerto de Palma son las siguientes, relacionadas, tal como han sido aplicadas, en orden de coeficientes  $r^2$  decrecientes:

Primer análisis			Segundo análisis		
Estación		$r^2$	Estación		$r^2$
52	Sa Cabaneta	0,847	52	Sa Cabaneta	0,847
54	Palma-Urania	0,837	57	Porto Pí	0,780
5	Algaida	0,832	51	Son Sureda	0,641
53	Palma	0,830	90	Son Servera	0,546
60	Xorrigó	0,813	91	Son Mas	0,511
6	Son Duley	0,812	108	F. de Formentera	0,497
56	Establiments	0,805	109	La Sabina	0,466
57	Porto Pí	0,780	100	Llumesanes	0,455
45	Faro Cabo Blanco	0,737	102	Sant Lluís	0,453
51	Son Sureda	0,641	98	F. Cabo Favaritx	0,391

De los resultados de estos análisis se presenta únicamente la evolución de los valores anuales de la desviación media, la desviación típica, y el coeficiente de variación mensual medio, al ir aumentando el número de estaciones (fig. 2.7). El número de cinco, que se eligió en principio de modo arbitrario, resulta ser el óptimo en el primer análisis ya que, aunque el sesgo es ligeramente menor para un número mayor de estaciones (0,1 en lugar de 0,2), la desviación típica y el coeficiente de variación son mínimas cuando las estaciones de referencia son cinco. Sin embargo en una situación en la que existan pocas estaciones con elevada correlación con la estación problema (situación simulada en el segundo análisis), se observa que el número óptimo de estaciones de referencia se sitúa, según el parámetro, entre 2 y 4. Así pues, para ajustar el método de depuración a una situación intermedia a las reflejadas en ambos análisis, se tomarán las estaciones de referencia en

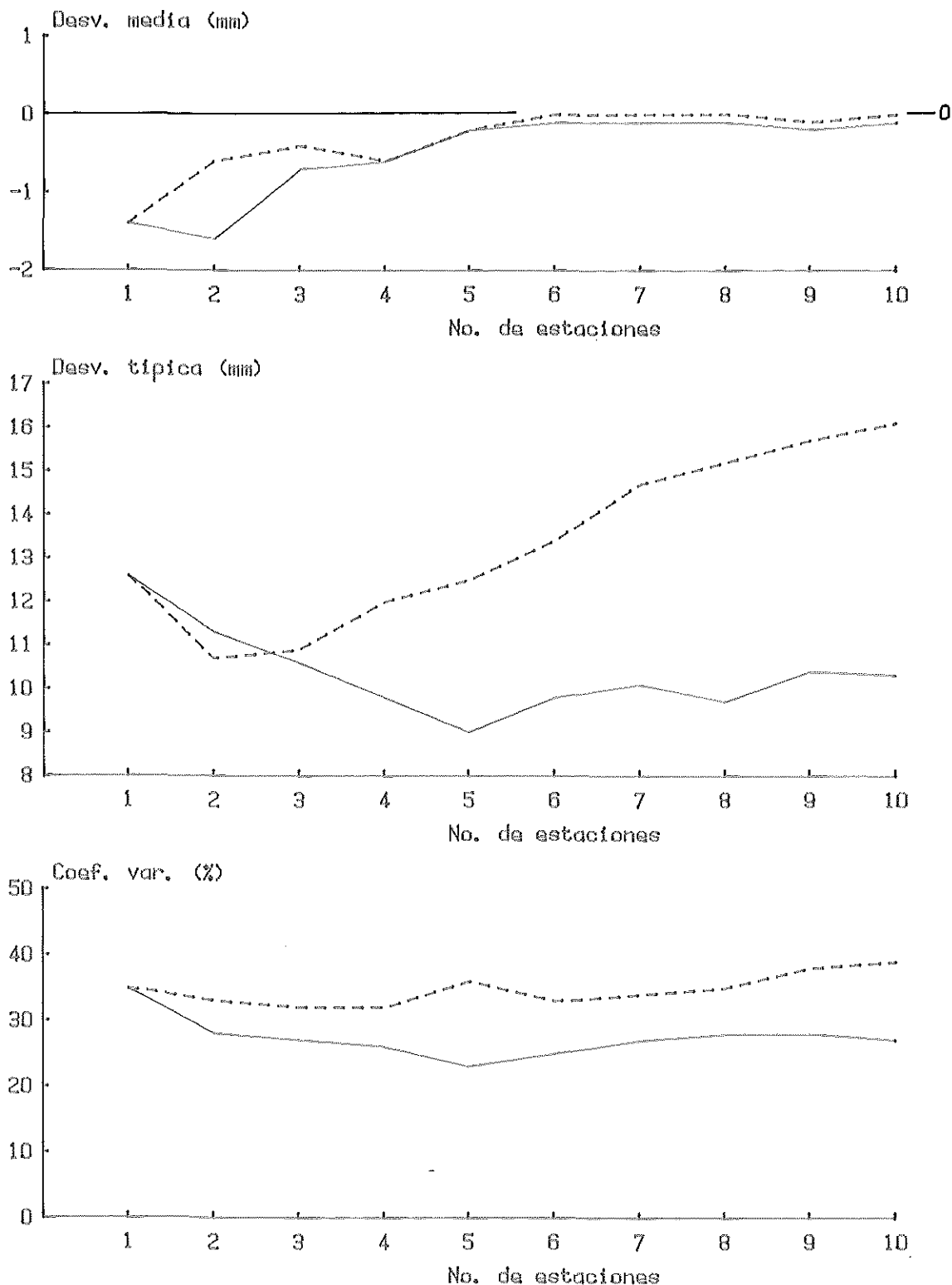


Fig. 2.7.- Evolución de los valores anuales de desviación media, desviación típica, y coeficiente de variación mensual medio de las precipitaciones mensuales interpoladas mediante una recta de Teissier, al aumentar el número de estaciones de referencia. (— : con estaciones con elevados valores de  $r^2$ ; ---- : con estaciones con valores de  $r^2$  altos, medianos, y bajos).

número de cuatro.

La elección de estas cuatro estaciones ha de realizarse procurando que sean las que mejor se correlacionen, en cada caso, con la estación problema. Esto conduce, en principio, al cálculo de los coeficientes de correlación (o de determinación) de cada estación con todas las demás, lo que según el número de estaciones de la red de observación puede llevar a un excesivo tiempo de proceso, y a la saturación de la capacidad de memoria de los miniordenadores al uso. El número de estaciones a correlacionar se puede reducir drásticamente limitando el cálculo a aquéllas de mayor proximidad geográfica a la problema. En la figura 2.8 se representan los coeficientes de determinación del aeropuerto de Palma con el resto de las estaciones, en función de la distancia. En ella se observa que, aunque los coeficientes  $r^2$  son en promedio mayores cuanto menor es la distancia, cuando ésta es superior a 10 Km la dispersión de los valores es tan grande que hace inútil el método en cuanto a proceder a la selección de las estaciones únicamente a partir de la distancia. No obstante también se pone de manifiesto que a distancias grandes no aparece ningún valor alto de  $r^2$ , y esto nos confirma que si por tener un número muy elevado de estaciones no se puede calcular la matriz completa de coeficientes de determinación, se puede efectuar el análisis restringiéndolo a las estaciones situadas dentro de un entorno dado de cada estación problema, o lo que es mejor, efectuar el mismo sectorizando el territorio en zonas más pequeñas, procurando entonces que los diferentes sectores presenten características geográficas similares.

#### 2.1.2.2. Aplicación del método

Una vez elegido el método de depuración, se pasa a aplicarlo a cada una de las 109 estaciones del fichero de precipitaciones mensuales. No siendo un número excesivamente

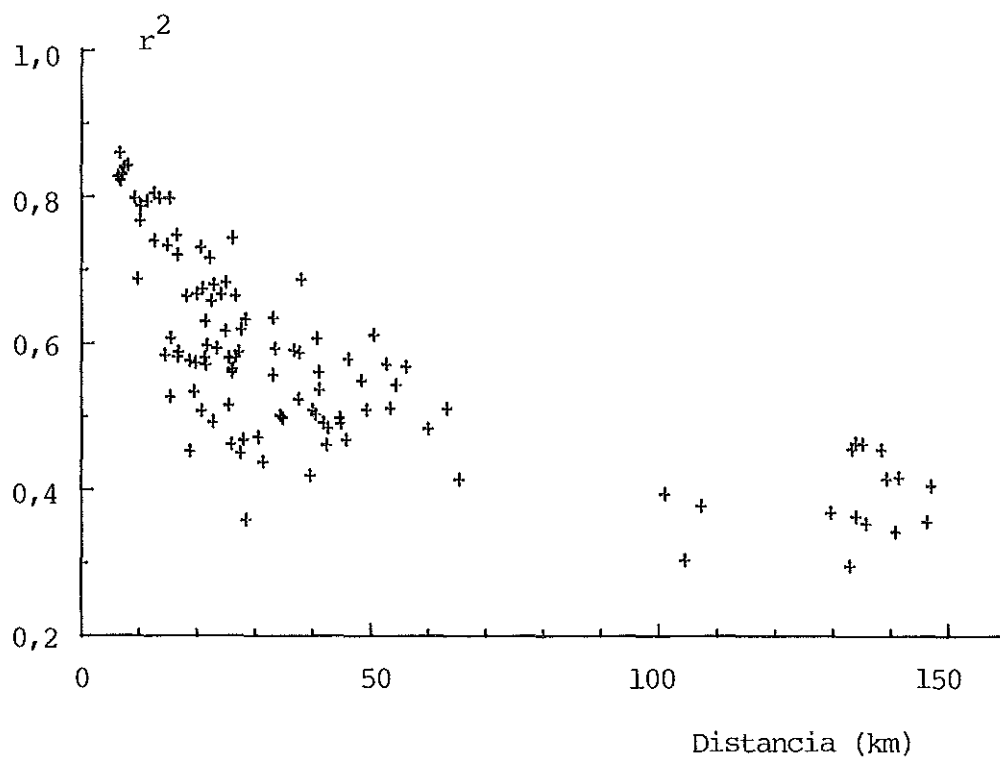


Fig. 2.8.- Coeficientes de determinación de los análisis de regresión, en función de la distancia entre el aeropuerto de Palma y las demás estaciones pluviométricas.

grande, se ha calculado la matriz completa de coeficientes de correlación  $R$ , simétrica de  $109 \times 109$  elementos, junto con las no simétricas  $M$  y  $S$  (con las mismas dimensiones), cuyos elementos  $m_{ij}$  y  $s_{ij}$  son, respectivamente, las medias y desviaciones típicas de las precipitaciones mensuales de la estación  $i$  para los que existen datos simultáneos de precipitación en la estación  $j$ .

Con los elementos de estas matrices grabados en disco magnético, se ha procedido a la depuración propiamente dicha. Para cada estación, se han ordenado de mayor a menor los coeficientes de correlación que la relacionan con las demás, y se han cargado en la memoria del ordenador los datos de las 10 estaciones con mayor  $r$ . A continuación, cada dato de la estación a depurar ha sido contrastado, si existía, o interpolado en caso contrario. El contraste del dato consiste en comprobar si queda incluido en un intervalo de confianza del dato estimado (interpolado como si no existiera) a partir de la primera estación de comparación. En caso afirmativo, el dato se considera válido y se pasa al siguiente. Cuando ésto no es así, se intenta de nuevo con la siguiente estación de comparación. Cuando el dato persiste en quedar fuera de los intervalos de confianza durante cinco intentos consecutivos, se considera erróneo y se interpola como si no existiera, mediante la media ponderada de las cuatro mejores estimaciones, tal como se ha explicado en el apartado anterior. Cuando en la estación de comparación falta el dato correspondiente, se emplea la siguiente estación, y ésta es la razón por la que se cargan en memoria los datos de 10 estaciones. (Aunque en el programa está prevista la posibilidad de cargar hasta 30 estaciones si ello fuera preciso, no ha habido necesidad de cargar estaciones adicionales aparte de las 10 con que se inicia la depuración de cada estación).

El intervalo de confianza con el que se efectúa el contraste de los datos se ha elegido asimétrico, para adaptarlo a la asimetría de la distribución de densidad de

probabilidad de las precipitaciones mensuales. Tras unos ensayos previos, se ha optado por el intervalo:

$$(E - 1,5 \cdot s^*, E + 2,5 \cdot s^*)$$

siendo E el dato estimado mediante la ecuación de regresión lineal (modelo I), y  $s^*$  la desviación típica no explicada por dicha regresión:

$$s^* = \sqrt{s_{y.x}^2} ;$$

$$\text{con: } s_{y.x}^2 = \sum (Y - \bar{Y})^2 / (n-2) = \sum Y^2 - (\sum xy)^2 / \sum x^2 / (n-2)$$

(STEEL y TORRIE, 1960), de donde, teniendo en cuenta que:

$$(\sum xy)^2 / (\sum x^2 \sum y^2) = r^2, \text{ tenemos:}$$

$$s_{y.x}^2 = (\sum Y^2 - \sum Y^2 \cdot r^2) / (n-2) = \sum Y^2 \cdot (1-r^2) / (n-2) =$$

$$= s_y^2 \cdot (1-r^2) \cdot (n-1)/(n-2) \approx s_y^2 \cdot (1-r^2)$$

$$\text{Es decir, } s^* \approx s_y \cdot \sqrt{(1-r^2)}$$

(Siguiendo la notación habitual en la literatura estadística anglosajona, "Y" denota la variable original, e "y" la variable centrada:  $y = Y - \bar{Y}$ ).

Naturalmente, la elección de un intervalo de confianza adecuado no es garantía de una depuración correcta al ciento por ciento, sino que inevitablemente se rechazarán por erróneos datos correctos, mientras que pasarán por buenos otros que no lo sean, si no son muy diferentes de los verdaderos. No obstante, esto último no es muy perjudicial y, por otra parte, el rechazo de algunos datos correctos pero que se aparten mucho de lo que sería de esperar puede resultar beneficioso, puesto que aumenta la coherencia interna de todo el conjunto de datos en una variable que, como la precipitación, presenta con frecuencia singularidades aleatorias de importancia que sólo encajarían en el conjunto total en series más largas de observación.



Tras aplicar el programa a todas las estaciones se obtiene un nuevo fichero depurado cuyos datos se presentan en forma de tablas en el anexo 1. En ellas se pueden distinguir los datos que no han sufrido variación de los interpolados por ausencia o por rechazo, ya que estos últimos aparecen marcados con un símbolo especial. Además de los datos mensuales se presentan en ellas los totales anuales, así como las medias, desviaciones típicas, coeficientes de variación, y límites superior e inferior del intervalo de confianza de la media del 95%. El número total de datos rechazados ha sido de 163, que sobre una masa total de datos de aproximadamente  $109 \times 12 \times 17,5 \approx 23000$  representa sólo un 0,7%. La mayoría de las estaciones (86 de las 109) han sufrido 0, 1, ó 2 rechazos, y con más de 5 sólo ha habido dos: una con 6 rechazos (la nº66, Faro de Formentor), y otra con 11 (la nº 57, Porto Pí).

### 2.1.3. Precipitaciones anuales

La suma de los valores mensuales de cada año del fichero depurado nos proporciona los valores anuales, que son grabados en otro fichero. A estas 109 estaciones se incorporan ahora los datos anuales de las otras 57 estaciones de apoyo, que sin contar con 15 años de observaciones en el periodo de estudio, poseen un mínimo de 10. De este modo el fichero de precipitaciones anuales cuenta con datos de 166 estaciones. De éstos. los de las primeras 109 estaciones proceden de un fichero depurado, pero no sucede así con las otras 57, por lo que empleando versiones modificadas de los programas usados para depurar el fichero de precipitaciones mensuales, se ha procedido a la depuración de los datos anuales.

Puesto que las matrices de los coeficientes de regresión de todas las estaciones entre sí tendrían ya dimensiones considerables ( $166 \times 166$ ), se ha optado por

relacionar las 57 estaciones últimas del fichero, que son las que se precisa depurar, con las 109 primeras sólomente, que ya están depuradas. De este modo se simplifica grandemente el problema sin perjuicio de la calidad del proceso, ya que las 109 estaciones están lo suficientemente bien repartidas por la geografía insular como para proporcionar buenas estaciones de referencia a las otras 57 estaciones (como se ve en la figura 2.1).

No obstante, al listar los datos ya depurados se han observado en algunas estaciones datos absurdos: en la estación nº 123 (Costitx), que es la que presenta las irregularidades más patentes, se observan cinco datos interpolados de precipitación anual nula, mientras que en la nº 126 (Son Torrella) aparecen datos excesivamente altos, superando uno de los años los 3500 mm.

La causa de estas irregularidades estriba en la escasa significación de los parámetros de regresión calculados en base a 10-14 pares de datos. Esto se observa con claridad en la figura 2.9, en la que aparece representada la nube de puntos formada por los datos de Costitx comparados con los de Els Olors, una de las cuatro estaciones empleadas en la interpolación de los datos de Costitx por su elevado coeficiente de correlación con ella: 0,926. La recta de Teissier que se ajusta a estos puntos (línea de trazos y puntos) presenta una fuerte pendiente, con lo que al estimar los datos ausentes de Costitx con los correspondientes de Els Olors (marcas verticales sobre el eje de abscisas) se obtienen datos muy bajos, e incluso negativos. El empleo de la recta de regresión habitual (modelo I), trazada como una línea de trazos cortos en la figura, no mejoraría apreciablemente los resultados. El problema consiste pues en que estas rectas son válidas para interpolaciones propiamente dichas (cuando los datos a estimar se hallan dentro de la nube de puntos a la que se ajustan), pero fallan en caso contrario (extrapolaciones). Para obviar este inconveniente se presentan dos alternativas: 1) efectuar un

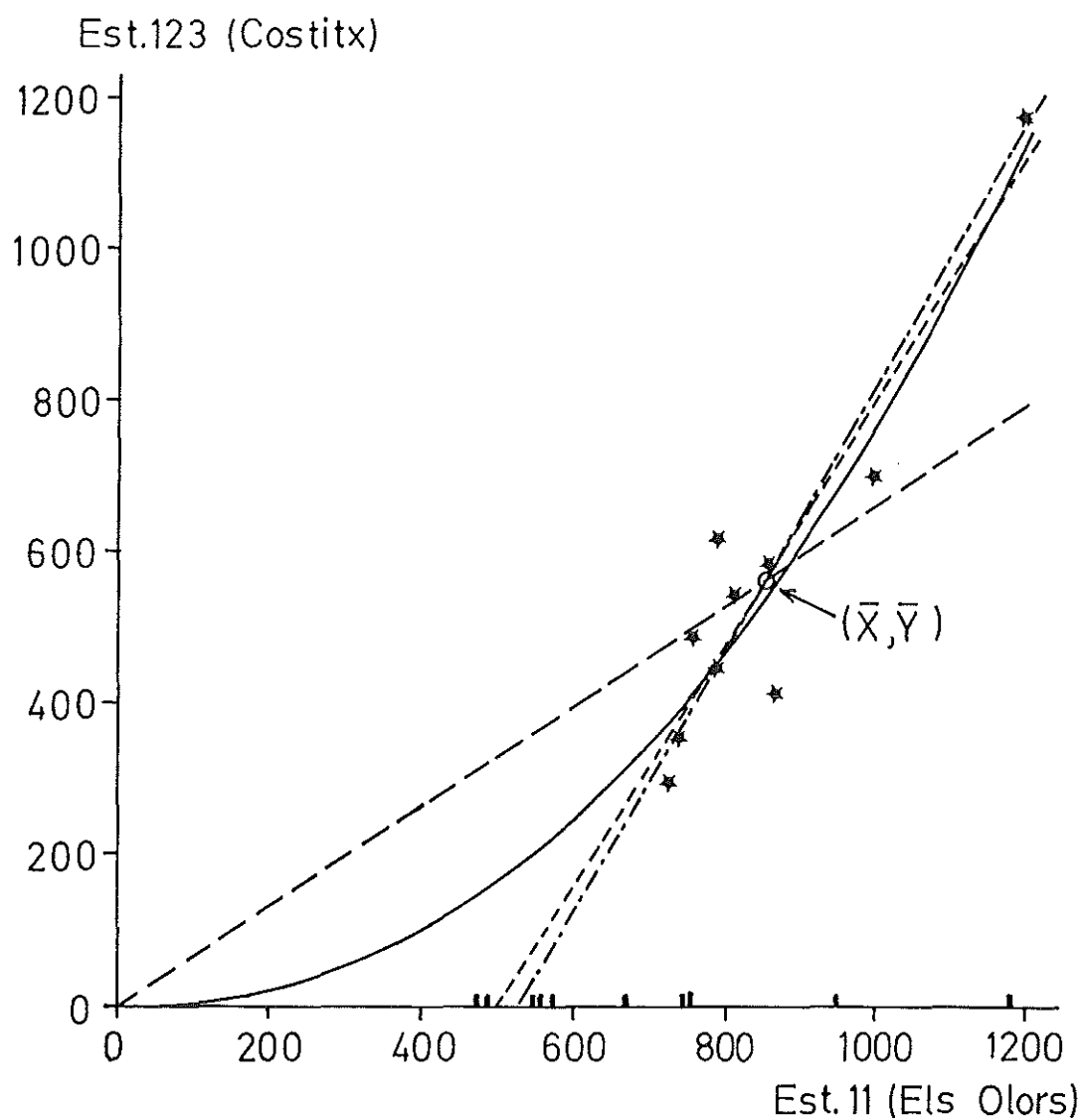


Fig. 2.9.- Diferentes líneas de regresión entre las precipitaciones anuales de Costitx y Els Olors:

----- lineal ; ————— potencial; -.-.-.- recta de Teissier;  
 --- método de las proporciones.

ajuste potencial, del tipo  $Y = a \cdot X^b$  (Curva continua en la figura); o bien, 2) ajustar una recta que pase por el origen:  $Y = b \cdot X$  (recta de trazos largos). En la figura se observa que la curva potencial se ajusta bien a la nube de puntos, pero aunque evita que resulten datos estimados negativos, algunos pueden parecer excesivamente bajos. Esto no sucede con la recta  $Y=b.X$ , pero su ajuste es el más burdo de todos.

Para determinar la bondad de todos estos métodos se han realizado tres ensayos con sendas muestras de cinco estaciones completas cada una. La primera muestra está constituida por las estaciones 52 (Sa Cabaneta), 53 (Palma), 54 (Palma-Urania), 55 (aeropuerto de Palma), y 56 (Establiments), todas próximas entre sí. En la segunda se han empleado también estaciones de un entorno de Palma, pero con distancias un poco mayores entre ellas: 5 (Algaida), 18 (Raxa), 21 (Calviá), 45 (Faro Cabo Blanco), y 53 (Palma). Para la tercera muestra se han elegido estaciones de todo el archipiélago, más alejadas entre sí: 9 (Artá), 53 (Palma), 64 (Base Hidros), 101 (Faro Cabo Cavalleria), y 107 (Aeropuerto de Ibiza).

En cada ensayo se han aplicado los cuatro tipos de estimación a cada estación, con todas las demás como estaciones de comparación, con lo que cada uno de ellos se ha aplicado un total de  $5 \times 4 = 20$  veces. El ajuste de cada ecuación se ha efectuado sobre los datos de 1971-80, y con ellas se han estimado los del periodo 1961-70. Después se han comparado los datos estimados con los reales, y se han obtenido el error típico (E.t.) y la desviación media (D.m.). De los veinte valores de E.t. y D.m. obtenidos en cada ensayo para cada estación, se presentan los valores medio y máximo, a modo de resumen, en la tabla 2.7. En ella se observa que la ecuación  $Y=b.X$  es la que proporciona, a pesar de su simplicidad, los mejores resultados, ya que a unos errores típicos mínimos añade las menores desviaciones de la media estimada respecto de la verdadera.

Tabla 2.7.- Errores típicos (E.t.) y desviaciones medias (D.m.) en la interpolación de las precipitaciones anuales por cuatro métodos diferentes, en tres conjuntos de estaciones pluviométricas. ( m = valor medio; M = valor máximo).

		Distancia entre las estaciones ensayadas					
		<u>Próximas</u>		<u>Intermedias</u>		<u>Alejadas</u>	
		<u>E.t.</u>	<u>D.m.</u>	<u>E.t.</u>	<u>D.m.</u>	<u>E.t.</u>	<u>D.m.</u>
Método de las proporciones	m	55,5	0,7	89,0	-0,0	144,7	0,6
	M	77,8	42,8	174,6	35,0	247,8	96,6
Regresión potencial	m	68,4	-7,9	112,5	-29,6	159,9	-80,4
	M	96,0	65,1	206,1	-108,4	293,9	-186,6
Regresión lineal	m	70,0	-8,7	117,1	-32,7	164,4	-82,2
	M	96,4	78,4	206,2	-113,6	314,3	-185,8
Recta de Teissier	m	75,4	7,2	134,8	13,5	171,2	3,8
	M	126,4	101,6	286,2	166,6	366,3	97,5

La pendiente de esta recta es simplemente:  $b = \bar{Y} / \bar{X}$  , con lo que :  $Y / \bar{Y} = X / \bar{X}$  . Vemos pues que estamos empleando el conocido método de las proporciones, cuyo uso se aconseja para la reducción de medias pluviométricas a un periodo común de observaciones (CONRAD y POLLACK, 1962; J.M. JANSÁ, 1969; ARLERY et al., 1973). Sin embargo, aun cuando para la estimación de datos individuales estos autores y otros (MATEO, 1956) abogan por la aplicación del método de regresión por mínimos cuadrados (modelo I), se ha puesto de manifiesto que cuando no hay una masa de datos suficientemente grande el método de las proporciones permite obtener las mejores estimaciones, no sólo de las medias, sino incluso de los datos individuales.

Así pues éste ha sido el método empleado en la definitiva depuración de los datos anuales de las estaciones de apoyo, siguiéndose en los demás aspectos un proceso análogo al empleado con las precipitaciones mensuales.

Los datos de las 57 estaciones depuradas, numeradas de la 110 a la 166, se presentan en el anexo 2, junto con sus medias, desviaciones típicas, coeficientes de variación, y límites de confianza de la media del 95%. Los datos interpolados se distinguen de los observados del mismo modo que en el anexo 1, y sóloamente se ha rechazado un dato, correspondiente a la estación 149 (Ca'n Cusset).

## 2.2. Temperaturas

### 2.2.1. Datos disponibles

Se han recopilado los datos mensuales de:

- 1) Temperatura máxima media (media de las temperaturas máximas diarias de un mes).
- 2) Temperatura mínima media (análogamente a la anterior).
- 3) Temperatura máxima absoluta (máxima de las temperaturas máximas diarias de un mes).
- 4) Temperatura mínima absoluta (análogamente a la anterior).

El periodo utilizado ha sido el mismo que para las precipitaciones, pero debido a que las series de temperaturas son más cortas y escasas en número, y teniendo en cuenta al mismo tiempo que la variabilidad de este elemento es mucho menor, las series se han considerado aprovechables cuando presentan un mínimo de cinco años de observación.

En el transcurso de la existencia de una estación climática tienen lugar a veces cambios de emplazamiento que, aun dentro de la misma localidad, pueden suponer desplazamientos del orden de los 500 m. En estos casos, a efectos de pluviometría se consideró que la estación continuaba siendo la misma, y únicamente se tuvo en cuenta el cambio al asignar a la estación una ubicación intermedia entre las verdaderas. En cambio, a efectos termométricos, en estos cambios de cierta importancia se ha desdoblado la estación en dos, sobre todo cuando tiene lugar un cambio en las condiciones de la estación, como el de algunas que pasaron de las subestaciones eléctricas, situadas en las afueras de las poblaciones, al interior de las mismas.

Teniendo esto en cuenta, se han obtenido un total de 34 estaciones, relacionadas en la tabla 2.8 junto con su altitud y posición (en coordenadas U.T.M.). Su distribución geográfica se puede observar en la figura 2.10.

Tabla 2.8.- Estaciones termométricas.

A = altitud (m).

X (km), Y (km-4000) = Coordenadas U.T.M.

Nº	Nombre	A	X	Y
1 -	Alcudia-Butano	12	512.2	410.5
2 -	Bunyola	227	474.3	394.3
3 -	Bunyola-Subestacion	222	474.4	394.2
4 -	Sierra de Alfania (Bunyola)	1030	475.5	398.6
5 -	Campos-Subestacion	20	502.5	365.1
6 -	Salinas de Levante (Campos)	5	501.1	355.8
7 -	Sto. de Lluc (Escorca)	495	490.2	408.3
8 -	Son Torrella (Escorca)	850	482.2	405.4
9 -	Inca	135	492.3	397.1
10 -	Inca-Subestacion	105	493.1	396.3
11 -	Llucmajor II	125	490.4	371.6
12 -	Llucmajor-Subestacion	162	491.6	372.4
13 -	S'Arenal-Parroquia (Llucmajor)	35	479.2	372.7
14 -	Manacor-Subestacion	77	516.2	380.7
15 -	Manacor-Perlas	80	518.3	380.0
16 -	Pont d'Inca (Marratxi)	35	473.6	383.1
17 -	Sa Cabaneta (Marratxi)	150	478.8	385.8

Nº	Nombre	A	X	Y
18 -	Son Bonet (Marratxi)	50	474.8	384.1
19 -	Muro	55	504.6	398.4
20 -	Palma	12	470.5	380.0
21 -	Palma-Rivoli	40	470.1	381.4
22 -	Aeropuerto de Palma de Mca.	5	477.9	379.4
23 -	Base Hidros (Pollensa)	3	508.6	417.9
24 -	Soller	40	475.8	402.0
25 -	Soller II	40	475.9	402.0
26 -	Ciudadela-Subestacion	27	573.1	428.8
27 -	Mahon	48	607.8	416.3
28 -	Aeropuerto de Mahon	81	604.9	413.6
29 -	Mercadal-Subestacion	63	593.4	426.8
30 -	Sant Lluís	61	607.6	412.2
31 -	Ibiza-Central Termica	12	363.9	309.2
32 -	Faro Coves Blanques (S.Antoni)	5	352.7	316.0
33 -	Aeropuerto de Ibiza	15	358.7	304.6
34 -	Santa Eularia	20	373.1	316.5



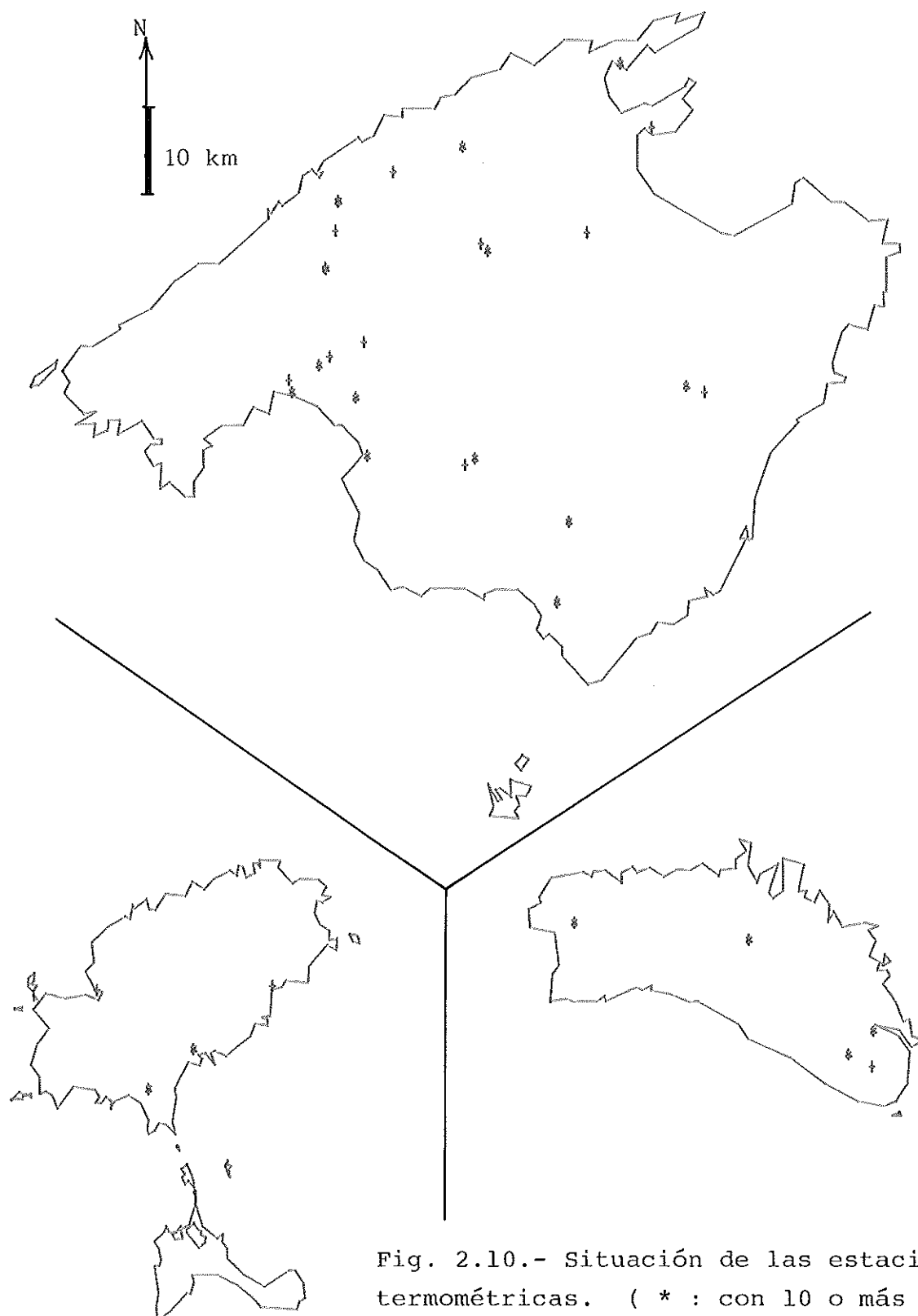


Fig. 2.10.- Situación de las estaciones termométricas. ( \* : con 10 o más años de observación ; + : con 5 a 9 años ).

Su repartición entre las islas y su densidad (entre paréntesis, en estaciones por cada 1000 Km<sup>2</sup>) son como sigue:

-Periodo-	-Mallorca	- Menorca -	- Ibiza-Form.	Total
≥10 años	14 (3,9)	4 (5,8)	2 (3,1)	20 (4,0)
5-9 años	11 (3,0)	1 (1,5)	2 (3,1)	14 (2,8)
TOTAL	25 (6,9)	5 (7,3)	4 (6,2)	34 (6,8)

Los datos se han grabado en archivos análogos al de precipitaciones mensuales, si bien esta vez el código empleado para los datos ausentes ha sido "99". El total de datos termométricos grabados ha sido:

34 estaciones x 20 años x 12 meses x 4 archivos = 32640

### 2.2.2. Depuración de los ficheros

#### 2.2.2.1. Optimización del método

Para cada una de las cuatro variables termométricas recopiladas, se ha procedido a un análisis análogo al efectuado con las precipitaciones, mediante análisis de regresión lineal entre el aeropuerto de Palma y las demás estaciones. Los resultados se presentan en las tablas 2.9 a 2.16, en las que se dan (por meses, con todos los datos, y por estaciones del año) las medias y desviaciones típicas de los parámetros  $a$ ,  $b$ , y  $r^2$  de todas las regresiones efectuadas, y los cinco mejores coeficientes de determinación con su estación correspondiente. Al igual que sucedía en el caso de las precipitaciones la variabilidad de los valores de las tablas es muy grande, y así se patentiza en la figura 2.11, en la que se ha representado, para los cuatro archivos simultáneamente, la variación mensual de los coeficientes  $a$ ,  $b$ , y  $r^2$ .

Para estaciones individuales estas variaciones son todavía mayores, como se muestra en las tablas 2.17 a 2.20,

Tabla 2.9.- Medias (m) y desviaciones típicas (s) de los coeficientes a, b, y  $r^2$  de las regresiones lineales (mensuales, anual, y estacionales) entre las temperaturas máximas medias mensuales del aeropuerto de Palma y las de las otras 33 estaciones termométricas.

	- Coef. -a		Coef. b-		- Coef. - $r^2$	
	m	s	m	s	m	s
Enero	5,199	3,619	0,688	0,237	0,693	0,217
Febrero	5,328	3,509	0,679	0,213	0,680	0,179
Marzo	5,497	3,802	0,678	0,220	0,742	0,214
Abril	6,464	5,692	0,656	0,306	0,570	0,256
Mayo	5,028	5,741	0,785	0,261	0,670	0,184
Junio	3,797	6,942	0,870	0,283	0,627	0,229
Julio	5,409	10,892	0,824	0,363	0,586	0,278
Agosto	10,126	8,222	0,675	0,270	0,572	0,204
Septiembre	5,743	6,036	0,801	0,220	0,756	0,157
Octubre	5,599	4,437	0,775	0,194	0,788	0,191
Noviembre	5,459	3,747	0,742	0,202	0,748	0,188
Diciembre	3,619	4,701	0,805	0,288	0,716	0,223
Anual	1,375	2,275	0,959	0,069	0,974	0,025
Primavera	2,059	2,681	0,905	0,114	0,909	0,095
Verano	2,283	3,777	0,932	0,124	0,821	0,105
Otoño	2,225	2,497	0,929	0,076	0,962	0,038
Invierno	4,933	3,246	0,711	0,195	0,704	0,162

Tabla 2.10.- Cinco mejores coeficientes de determinación de las regresiones lineales (mensuales, anual, y estacionales) entre las temperaturas máximas medias mensuales del aeropuerto de Palma y las de las otras 33 estaciones termométricas. (Tras el signo igual, número de la estación relacionada).

	<u>1º</u>	<u>2º</u>	<u>3º</u>	<u>4º</u>	<u>5º</u>
Enero	0,976= 1	0,941= 4	0,917= 2	0,909=18	0,893= 9
Febrero	0,914=14	0,898=27	0,868=18	0,859=26	0,856=20
Marzo	0,951=24	0,951=19	0,940=30	0,926= 4	0,912=28
Abril	0,952=14	0,858=27	0,852=12	0,844=10	0,834=26
Mayo	0,926=18	0,921=19	0,915=12	0,885= 2	0,864= 9
Junio	0,968= 2	0,917=15	0,904=18	0,857=30	0,850=11
Julio	0,975=17	0,922= 1	0,920= 2	0,900=32	0,872=12
Agosto	0,930=17	0,929=11	0,906= 2	0,859=32	0,796=28
Septiembre	0,949=17	0,946=12	0,937= 4	0,924=18	0,906= 9
Octubre	0,996= 2	0,960=17	0,930=16	0,924= 4	0,919=20
Noviembre	0,976=27	0,953=20	0,922=28	0,918=18	0,917=10
Diciembre	0,945=19	0,925= 5	0,907=18	0,898= 2	0,895= 9
Anual	0,992=30	0,992=18	0,991= 2	0,990=32	0,989=28
Primavera	0,972=30	0,969=32	0,968=14	0,968=18	0,964=27
Verano	0,945= 2	0,943=17	0,926=32	0,919=15	0,915=28
Otoño	0,992=17	0,990= 2	0,988=30	0,987=15	0,984=18
Invierno	0,886=18	0,859=27	0,850=20	0,848= 2	0,845= 4

Tabla 2.11.- Medias (m) y desviaciones típicas (s) de los coeficientes a, b, y  $r^2$  de las regresiones lineales (mensuales, anual, y estacionales) entre las temperaturas mínimas medias mensuales del aeropuerto de Palma y las de las otras 33 estaciones termométricas.

	Coef. a		Coef. b		Coef. $r^2$	
	m	s	m	s	-m	s
Enero	-2,77	3,73	1,039	0,411	0,531	0,246
Febrero	-1,54	2,91	0,852	0,312	0,454	0,246
Marzo	-2,03	3,46	0,891	0,363	0,466	0,245
Abril	-1,19	6,20	0,838	0,662	0,435	0,284
Mayo	3,29	5,31	0,544	0,429	0,279	0,222
Junio	6,28	5,45	0,483	0,334	0,347	0,278
Julio	5,86	7,00	0,561	0,360	0,352	0,229
Agosto	3,50	5,34	0,715	0,241	0,554	0,244
Septiembre	5,01	4,58	0,586	0,251	0,523	0,243
Octubre	-1,17	4,22	0,940	0,258	0,688	0,215
Noviembre	-1,38	3,42	0,879	0,278	0,617	0,226
Diciembre	-1,67	3,78	0,920	0,365	0,522	0,268
Anual	-2,37	2,14	1,010	0,061	0,954	0,018
Primavera	-2,87	2,40	1,038	0,109	0,848	0,069
Verano	0,93	2,80	0,831	0,109	0,752	0,104
Otoño	-2,26	2,43	1,011	0,095	0,925	0,046
Invierno	-2,25	2,99	0,973	0,243	0,535	0,187

Tabla 2.12.- Cinco mejores coeficientes de determinación de las regresiones lineales (mensuales, anual, y estacionales) entre las temperaturas mínimas medias mensuales del aeropuerto de Palma y las de las otras 33 estaciones termométricas. (Tras el signo igual, número de la estación relacionada).

	<u>1º</u>	<u>2º</u>	<u>3º</u>	<u>4º</u>	<u>5º</u>
Enero	0,940=32	0,897=17	0,859=11	0,817=18	0,795= 7
Febrero	0,839=12	0,825=29	0,788=32	0,783= 3	0,778=14
Marzo	0,877=13	0,809=29	0,804=27	0,791=10	0,784= 7
Abril	0,869= 5	0,856=29	0,823= 7	0,801=26	0,790=27
Mayo	0,720= 3	0,645=12	0,594=29	0,576=13	0,567=15
Junio	0,919= 8	0,897=17	0,857=15	0,762=11	0,649= 2
Julio	0,727=17	0,687=13	0,686=30	0,656=15	0,638= 7
Agosto	0,872=25	0,871= 1	0,830=28	0,829= 7	0,787=24
Septiembre	0,838=15	0,806=28	0,785=12	0,780=17	0,769= 7
Octubre	0,985=32	0,927= 5	0,918=18	0,906=15	0,891=11
Noviembre	0,924= 2	0,887=11	0,858=18	0,836= 7	0,835= 5
Diciembre	0,985=15	0,915=18	0,843=17	0,824=19	0,822=11
Anual	0,979=11	0,977=18	0,977=15	0,975= 5	0,973=17
Primavera	0,933=15	0,927= 1	0,922=11	0,915=30	0,915=29
Verano	0,913=17	0,907=15	0,873= 7	0,866=11	0,857=30
Otoño	0,983=18	0,981=11	0,979=15	0,978=32	0,978= 2
Invierno	0,787=18	0,786=17	0,781=15	0,773=11	0,773= 7

Tabla 2.13.- Medias (m) y desviaciones típicas (s) de los coeficientes a, b, y  $r^2$  de las regresiones lineales (mensuales, anual, y estacionales) entre las temperaturas máximas absolutas mensuales del aeropuerto de Palma y las de las otras 33 estaciones termométricas.

	Coef. a		Coef. b		Coef. $r^2$	
	m	s	m	s	m	s
Enero	8,64	4,44	0,555	0,240	0,440	0,243
Febrero	8,87	4,14	0,547	0,209	0,475	0,191
Marzo	3,86	6,20	0,818	0,311	0,614	0,202
Abril	4,52	8,05	0,804	0,349	0,510	0,214
Mayo	11,33	11,07	0,622	0,389	0,326	0,286
Junio	7,02	7,72	0,787	0,244	0,568	0,223
Julio	12,28	8,56	0,655	0,253	0,572	0,209
Agosto	23,93	8,35	0,336	0,241	0,255	0,204
Septiembre	10,69	6,94	0,659	0,230	0,499	0,232
Octubre	9,43	6,12	0,662	0,223	0,561	0,227
Noviembre	8,72	8,11	0,636	0,354	0,537	0,234
Diciembre	9,27	5,02	0,533	0,276	0,476	0,268
Anual	0,82	2,16	0,984	0,069	0,928	0,030
Primavera	0,44	3,04	0,996	0,136	0,729	0,125
Verano	8,03	4,84	0,779	0,142	0,640	0,131
Otoño	3,15	2,46	0,895	0,078	0,885	0,061
Invierno	8,97	3,37	0,542	0,177	0,456	0,160

Tabla 2.14.- Cinco mejores coeficientes de determinación de las regresiones lineales (mensuales, anual, y estacionales) entre las temperaturas máximas absolutas mensuales del aeropuerto de Palma y las de las otras 33 estaciones termométricas. (Tras el signo igual, número de la estación relacionada).

	<u>1º</u>	<u>2º</u>	<u>3º</u>	<u>4º</u>	<u>5º</u>
Enero	0,957=17	0,931=19	0,862= 9	0,740=12	0,683=32
Febrero	0,771=17	0,766=21	0,758= 2	0,746= 1	0,731=24
Marzo	0,892=18	0,892=19	0,859= 8	0,847= 9	0,821=28
Abril	0,900=16	0,849=20	0,740=32	0,700=10	0,689= 4
Mayo	0,915=16	0,839=20	0,786=26	0,753=24	0,667= 8
Junio	0,979=18	0,869=12	0,858=16	0,849= 3	0,812=27
Julio	0,920=17	0,907=24	0,884=13	0,834= 1	0,832= 2
Agosto	0,805=16	0,673= 3	0,539=12	0,523= 2	0,509= 4
Septiembre	0,913=18	0,873=16	0,850=12	0,840=21	0,829=15
Octubre	0,908=17	0,876=16	0,812= 9	0,780=21	0,776=12
Noviembre	0,953=17	0,944= 9	0,932=32	0,888=19	0,826=18
Diciembre	0,949=15	0,899=21	0,888= 9	0,752=11	0,742=18
Anual	0,975=16	0,965=20	0,964=18	0,959=17	0,953=12
Primavera	0,947=16	0,930=20	0,870=18	0,868=26	0,855=12
Verano	0,885=16	0,848=18	0,826=17	0,806= 3	0,786=21
Otoño	0,976=17	0,974= 9	0,966=19	0,965=32	0,951=21
Invierno	0,738=21	0,733=19	0,725= 9	0,706=17	0,630= 2



Tabla 2.15.- Medias (m) y desviaciones típicas (s) de los coeficientes a, b, y  $r^2$  de las regresiones lineales (mensuales, anual, y estacionales) entre las temperaturas mínimas absolutas mensuales del aeropuerto de Palma y las de las otras 33 estaciones termométricas.

	Coef. a		Coef. b		Coef. $r^2$	
	m	s	m	s	m	s
Enero	-2,47	1,15	0,525	0,345	0,282	0,220
Febrero	-2,71	1,63	0,563	0,270	0,417	0,234
Marzo	-2,33	1,30	0,551	0,375	0,293	0,207
Abril	-2,56	2,31	0,750	0,323	0,415	0,231
Mayo	-0,19	3,41	0,652	0,339	0,301	0,216
Junio	2,18	4,57	0,609	0,323	0,375	0,271
Julio	7,76	3,35	0,341	0,220	0,302	0,240
Agosto	6,39	2,80	0,461	0,177	0,345	0,199
Septiembre	1,98	3,10	0,645	0,243	0,457	0,230
Octubre	-2,04	3,53	0,906	0,296	0,612	0,213
Noviembre	-2,90	2,31	0,788	0,361	0,461	0,246
Diciembre	-1,78	1,32	0,498	0,299	0,310	0,228
Anual	-3,32	2,46	1,041	0,059	0,925	0,024
Primavera	-3,22	2,24	0,982	0,110	0,751	0,076
Verano	0,77	2,32	0,789	0,113	0,675	0,118
Otoño	-3,13	2,56	1,007	0,084	0,861	0,053
Invierno	-2,43	1,28	0,557	0,202	0,338	0,164

Tabla 2.16.- Cinco mejores coeficientes de determinación de las regresiones lineales (mensuales, anual, y estacionales) entre las temperaturas mínimas absolutas mensuales del aeropuerto de Palma y las de las otras 33 estaciones termométricas. (Tras el signo igual, número de la estación relacionada).

	1º	2º	3º	4º	5º
Enero	0,836= 3	0,825=13	0,604=12	0,596=14	0,575=15
Febrero	0,815= 7	0,776=21	0,757= 8	0,733=15	0,644=18
Marzo	0,712=12	0,623= 5	0,604=31	0,583= 7	0,543=18
Abril	0,876=15	0,770=29	0,754= 5	0,668=27	0,648=14
Mayo	0,799= 5	0,659=32	0,631=31	0,625= 8	0,535=10
Junio	0,926=15	0,890= 2	0,865=17	0,863=11	0,799= 9
Julio	0,800=31	0,799= 2	0,709=24	0,644= 7	0,620=34
Agosto	0,730=12	0,705= 4	0,673= 1	0,648=21	0,642=34
Septiembre	0,880= 7	0,777=32	0,765=31	0,754=25	0,715= 6
Octubre	0,938= 2	0,926=11	0,884=28	0,837=31	0,827=10
Noviembre	0,845=15	0,774= 7	0,738=17	0,726= 5	0,711=19
Diciembre	0,873=17	0,700= 5	0,658= 9	0,651=14	0,621=11
Anual	0,960= 5	0,959=11	0,955=15	0,953=17	0,950= 2
Primavera	0,875= 5	0,864=18	0,857=15	0,854=10	0,840=13
Verano	0,912=15	0,846=11	0,836= 2	0,821= 1	0,789=17
Otoño	0,953=11	0,941= 7	0,936= 2	0,934= 5	0,921=25
Invierno	0,677=17	0,634=11	0,592=14	0,550=13	0,547= 3

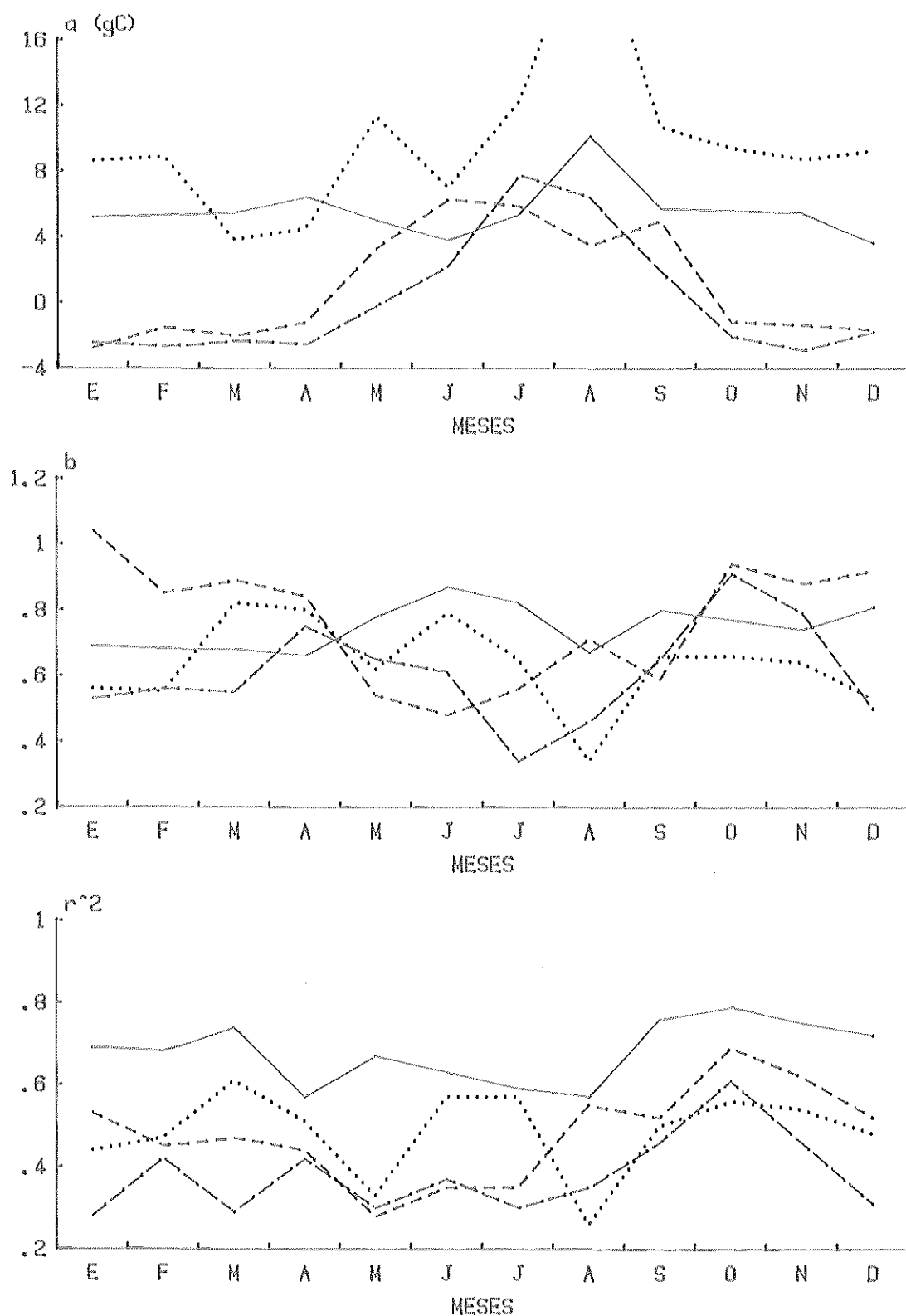


Fig. 2.11.- Evolución anual de las medias de los coeficientes  $a$ ,  $b$ , y  $r^2$  de las regresiones lineales entre las temperaturas mensuales del aeropuerto de Palma y las de las otras 33 estaciones termométricas. (— máximas medias; ---- mínimas medias; ..... máximas absolutas; --- mínimas absolutas).

Tabla 2.17.- Regresiones lineales entre las temperaturas máximas medias mensuales del aeropuerto de Palma y las de las otras 33 estaciones termométricas: coeficientes a, b, y  $r^2$  (mensuales, anual, y estacionales) de las cinco estaciones con mejor  $r^2$  anual.

	ESTACIONES				
	S.Lluís (nº 30)	S.Bonet (nº 18)	Bunyola (nº 2)	F.C.Bla. (nº 32)	A.Mahón (nº 28)
<u>Coeficientes a</u>					
Enero	0,739	2,408	4,964	1,118	1,388
Febrero	5,133	2,103	3,746	4,157	2,323
Marzo	3,977	4,219	6,692	3,838	1,662
Abril	3,235	-0,429	6,350	-3,016	5,337
Mayo	-2,807	-2,701	8,159	5,296	-1,626
Junio	1,049	1,860	4,654	0,987	-6,314
Julio	-11,451	-14,192	0,236	-11,955	3,293
Agosto	5,991	5,709	-10,170	-8,436	9,496
Septiembre	0,381	1,229	8,411	6,458	-5,843
Octubre	5,769	3,882	4,674	-3,288	2,674
Noviembre	2,147	-3,102	0,839	3,941	2,540
Diciembre	3,087	-3,424	0,902	-0,735	-0,262
Anual	1,272	-0,824	0,908	-0,932	0,201
Primavera	1,025	-1,114	1,773	0,441	0,055
Verano	1,866	1,199	-1,480	1,508	1,432
Otoño	1,510	-0,667	2,220	-1,714	0,431
Invierno	3,183	0,987	3,574	1,127	1,532

(Sigue)

(Continuación)

	ESTACIONES				
	S.Lluis (nº 30)	S.Bonet (nº 18)	Bunyola (nº 2)	F.C.Bla. (nº 32)	A.Mahón (nº 28)
<u>Coefficientes b</u>					
Enero	1,022	0,798	0,687	0,892	0,972
Febrero	0,718	0,812	0,772	0,720	0,921
Marzo	0,807	0,701	0,596	0,756	0,972
Abril	0,865	0,987	0,662	1,163	0,765
Mayo	1,178	1,087	0,630	0,749	1,168
Junio	0,999	0,910	0,818	0,978	1,334
Julio	1,414	1,442	0,992	1,401	0,953
Agosto	0,828	0,787	1,354	1,278	0,740
Septiembre	1,008	0,924	0,695	0,763	1,285
Octubre	0,758	0,783	0,811	1,129	0,931
Noviembre	0,925	0,788	1,003	0,754	0,914
Diciembre	0,852	1,156	0,969	1,017	1,074
Anual	0,981	0,999	0,970	1,033	1,062
Primavera	0,997	1,016	0,910	0,965	1,084
Verano	0,964	0,934	1,052	0,952	1,021
Otoño	0,962	0,987	0,925	1,061	1,038
Invierno	0,848	0,886	0,788	0,902	0,963
<u>Coefficientes r<sup>2</sup></u>					
Enero	0,870	0,909	0,917	0,763	0,866
Febrero	0,658	0,868	0,638	0,709	0,641
Marzo	0,941	0,896	0,844	0,816	0,912
Abril	0,460	0,579	0,644	0,665	0,278
Mayo	0,849	0,926	0,885	0,687	0,795
Junio	0,857	0,905	0,968	0,811	0,770
Julio	0,784	0,763	0,920	0,900	0,861
Agosto	0,555	0,611	0,906	0,859	0,796
Septiembre	0,821	0,924	0,803	0,439	0,753
Octubre	0,884	0,878	0,996	0,881	0,852
Noviembre	0,916	0,918	0,749	0,707	0,922
Diciembre	0,875	0,907	0,898	0,599	0,846
Anual	0,992	0,992	0,991	0,990	0,989
Primavera	0,972	0,968	0,954	0,969	0,956
Verano	0,897	0,906	0,945	0,926	0,915
Otoño	0,988	0,984	0,990	0,977	0,978
Invierno	0,820	0,886	0,848	0,672	0,800

Tabla 2.18.- Regresiones lineales entre las temperaturas mínimas medias mensuales del aeropuerto de Palma y las de las otras 33 estaciones termométricas: coeficientes a, b, y  $r^2$  (mensuales, anual, y estacionales) de las cinco estaciones con mejor  $r^2$  anual.

	ESTACIONES				
	Llucm.II	S.Bonet	Manacor-P	Campos-SE	Sa Caba.
	(nº 11)	(nº 18)	(nº 15)	(nº 5)	(nº 17)
<u>Coeficientes a</u>					
Enero	-7,049	-3,585	-6,275	0,493	-9,640
Febrero	-4,210	-1,996	-6,330	1,083	-1,377
Marzo	0,642	-2,124	0,064	1,610	-7,940
Abril	1,942	-0,652	1,875	0,350	-5,375
Mayo	4,701	8,800	-3,474	2,388	9,646
Junio	-0,193	9,986	-0,850	6,576	0,049
Julio	3,428	5,948	-6,637	5,878	-2,761
Agosto	0,535	3,110	-0,265	1,573	0,959
Septiembre	3,063	-2,219	4,029	5,574	4,123
Octubre	-5,263	-1,580	-3,061	3,204	-2,553
Noviembre	-4,638	-5,377	-1,700	-0,794	-2,324
Diciembre	-4,435	-3,588	-7,445	0,946	-4,549
Anual	-3,688	-2,547	-3,629	0,173	-3,293
Primavera	-3,858	-2,661	-4,702	0,511	-3,097
Verano	-2,328	-0,054	-4,446	1,388	-0,921
Otoño	-3,828	-2,827	-3,545	0,549	-3,823
Invierno	-5,331	-2,650	-5,686	0,735	-5,114

(Sigue)

(Continuación)

	ESTACIONES				
	Llucm.II (nº 11)	S.Bonet (nº 18)	Manacor-P (nº 15)	Campos-SE (nº 5)	Sa Caba. (nº 17)
<u>Coefficientes b</u>					
Enero	1,595	1,258	1,442	0,932	2,127
Febrero	1,094	0,906	1,308	0,689	0,799
Marzo	0,451	0,914	0,482	0,609	1,579
Abril	0,388	0,740	0,375	0,913	1,283
Mayo	0,370	0,057	0,954	0,719	-0,017
Junio	0,840	0,239	0,817	0,525	0,864
Julio	0,662	0,549	1,118	0,639	1,021
Agosto	0,842	0,718	0,834	0,905	0,831
Septiembre	0,685	0,983	0,600	0,627	0,632
Octubre	1,229	0,937	1,006	0,725	1,043
Noviembre	1,162	1,297	0,806	1,131	0,916
Diciembre	1,193	1,149	1,513	0,887	1,273
Anual	1,058	1,003	0,991	0,972	1,058
Primavera	1,045	0,998	1,041	0,881	0,993
Verano	0,975	0,869	1,021	0,906	0,925
Otoño	1,094	1,022	1,020	0,949	1,107
Invierno	1,294	1,039	1,291	0,858	1,356
<u>Coefficientes r<sup>2</sup></u>					
Enero	0,859	0,817	0,753	0,741	0,897
Febrero	0,261	0,619	0,538	0,635	0,560
Marzo	0,298	0,583	0,206	0,647	0,737
Abril	0,176	0,284	0,071	0,869	0,589
Mayo	0,145	0,006	0,567	0,565	0,002
Junio	0,762	0,044	0,857	0,362	0,897
Julio	0,411	0,305	0,656	0,576	0,727
Agosto	0,700	0,745	0,723	0,679	0,661
Septiembre	0,638	0,762	0,838	0,387	0,780
Octubre	0,891	0,918	0,906	0,927	0,692
Noviembre	0,887	0,858	0,769	0,835	0,714
Diciembre	0,822	0,915	0,985	0,792	0,843
Anual	0,979	0,977	0,977	0,975	0,973
Primavera	0,922	0,867	0,933	0,913	0,880
Verano	0,866	0,759	0,907	0,855	0,913
Otoño	0,981	0,983	0,979	0,971	0,965
Invierno	0,774	0,787	0,781	0,715	0,786

Tabla 2.19.- Regresiones lineales entre las temperaturas máximas absolutas mensuales del aeropuerto de Palma y las de las otras 33 estaciones termométricas: coeficientes a, b, y  $r^2$  (mensuales, anual, y estacionales) de las cinco estaciones con mejor  $r^2$  anual.

	ESTACIONES				
	Pont d'I.	Palma	S.Bonet	Sa Caban.	Llucm.SE
	<u>(nº 16)</u>	<u>(nº 20)</u>	<u>(nº 18)</u>	<u>(nº 17)</u>	<u>(nº 12)</u>
<u>Coeficientes a</u>					
Enero	14,535	5,091	4,554	10,850	6,829
Febrero	9,458	-0,634	7,890	7,489	11,161
Marzo	6,469	1,414	4,030	4,334	5,881
Abril	-2,814	-0,825	1,900	10,480	-3,242
Mayo	-1,926	1,043	-2,965	9,196	-5,670
Junio	0,722	3,819	-6,923	2,336	9,046
julio	5,216	13,368	-7,971	1,805	16,431
Agosto	5,336	16,011	24,847	28,782	10,297
Septiembre	4,213	1,320	6,031	20,270	8,284
Octubre	-5,115	1,927	6,644	-0,569	7,326
Noviembre	2,160	2,322	6,945	-1,119	20,323
Diciembre	10,683	7,328	3,475	7,534	15,189
Anual	0,156	1,271	-1,942	0,026	3,238
Primavera	-0,948	-1,796	-1,441	2,228	2,884
Verano	-1,532	4,694	2,063	1,920	8,875
Otoño	0,251	3,731	-0,267	1,391	7,117
Invierno	11,765	4,419	4,958	7,058	9,933

(Sigue)



(Continuación)

	ESTACIONES				
	Pont d'I. (nº 16)	Palma (nº 20)	S.Bonet (nº 18)	Sa Caban. (nº 17)	Llucm.SE (nº 12)
<u>Coeficientes b</u>					
Enero	0,239	0,779	0,694	0,399	0,673
Febrero	0,467	1,073	0,556	0,610	0,442
Marzo	0,662	0,916	0,771	0,753	0,743
Abril	1,104	1,018	0,857	0,498	1,099
Mayo	1,059	0,975	1,076	0,641	1,172
Junio	0,947	0,887	1,192	0,909	0,699
Julio	0,831	0,620	1,209	0,938	0,506
Agosto	0,842	0,568	0,289	0,186	0,712
Septiembre	0,854	0,966	0,781	0,330	0,714
Octubre	1,161	0,944	0,713	0,996	0,731
Noviembre	0,898	0,957	0,652	1,059	0,141
Diciembre	0,437	0,655	0,750	0,609	0,212
Anual	0,976	0,971	1,026	0,974	0,876
Primavera	1,020	1,067	1,011	0,855	0,872
Verano	1,023	0,877	0,915	0,929	0,724
Otoño	0,976	0,886	0,964	0,939	0,740
Invierno	0,371	0,811	0,683	0,623	0,503
<u>Coeficientes r<sup>2</sup></u>					
Enero	0,043	0,485	0,451	0,957	0,740
Febrero	0,356	0,715	0,435	0,771	0,299
Marzo	0,773	0,678	0,892	0,560	0,692
Abril	0,900	0,849	0,654	0,584	0,683
Mayo	0,915	0,839	0,557	0,607	0,570
Junio	0,858	0,652	0,979	0,596	0,869
Julio	0,662	0,557	0,616	0,920	0,660
Agosto	0,805	0,385	0,200	0,222	0,539
Septiembre	0,873	0,643	0,913	0,061	0,850
Octubre	0,876	0,694	0,652	0,908	0,776
Noviembre	0,568	0,692	0,826	0,953	0,081
Diciembre	0,253	0,432	0,742	0,503	0,073
Anual	0,975	0,965	0,964	0,959	0,953
Primavera	0,947	0,930	0,870	0,754	0,855
Verano	0,885	0,686	0,848	0,826	0,738
Otoño	0,950	0,927	0,939	0,976	0,886
Invierno	0,155	0,548	0,552	0,706	0,400

Tabla 2.20.- Regresiones lineales entre las temperaturas mínimas absolutas mensuales del aeropuerto de Palma y las de las otras 33 estaciones termométricas: coeficientes a, b, y  $r^2$  (mensuales, anual, y estacionales) de las cinco estaciones con mejor  $r^2$  anual.

	ESTACIONES				
	Campos-SE (nº 5)	Llucm.II (nº 11)	Manacor-P (nº 15)	Sa Caban. (nº 17)	Bunyola (nº 2)
<u>Coeficientes -a</u>					
Enero	-2,201	-2,809	-5,426	-2,513	-2,964
Febrero	-1,811	-4,275	-4,822	-3,849	-4,536
Marzo	-2,196	-1,300	-4,443	-2,445	-2,371
Abril	-1,124	-0,170	-7,820	-2,268	-6,027
Mayo	0,099	-9,147	-0,843	-4,353	1,383
Junio	4,197	-0,683	-3,219	-3,570	-3,472
Julio	5,857	2,948	2,936	6,283	5,245
Agosto	3,404	6,738	2,344	7,828	8,224
Septiembre	2,945	-1,962	-0,911	6,177	0,118
Octubre	-0,295	-3,012	0,891	1,083	-4,334
Noviembre	-1,532	-4,400	-4,820	-5,847	-8,201
Diciembre	-1,477	-3,412	-2,333	-2,986	-3,838
Anual	-1,647	-4,763	-5,108	-4,254	-5,723
Primavera	-1,711	-3,951	-6,088	-4,500	-4,983
Verano	0,170	-1,172	-2,880	-0,728	-1,393
Otoño	-1,417	-4,293	-4,010	-4,184	-5,707
Invierno	-1,711	-3,926	-4,687	-3,174	-3,883

(Sigue)

(Continuación)

	ESTACIONES				
	Campos-SE (nº 5)	Llucm.II (nº 11)	Manacor-P (nº 15)	Sa Caban. (nº 17)	Bunyola (nº 2)
<u>Coefficientes b</u>					
Enero	1,253	0,221	1,143	0,294	0,321
Febrero	0,311	0,701	0,819	0,767	0,615
Marzo	0,788	-0,200	0,628	0,107	0,163
Abril	0,973	-0,149	1,388	0,401	1,071
Mayo	0,860	1,616	0,518	1,066	0,255
Junio	0,503	0,776	0,903	1,057	0,998
Julio	0,536	0,596	0,561	0,394	0,463
Agosto	0,741	0,372	0,598	0,322	0,275
Septiembre	0,655	0,852	0,743	0,289	0,712
Octubre	0,887	0,947	0,471	0,528	1,011
Noviembre	0,902	0,951	0,919	1,291	1,638
Diciembre	1,196	0,685	0,505	0,790	0,717
Anual	1,092	1,064	1,027	1,064	1,139
Primavera	1,140	0,866	1,085	1,006	0,975
Verano	0,958	0,841	0,894	0,845	0,863
Otoño	1,033	1,031	0,950	1,046	1,149
Invierno	0,969	0,718	0,941	0,724	0,614
<u>Coefficientes r<sup>2</sup></u>					
Enero	0,097	0,127	0,575	0,290	0,296
Febrero	0,071	0,536	0,734	0,448	0,526
Marzo	0,623	0,099	0,422	0,068	0,075
Abril	0,754	0,010	0,876	0,075	0,539
Mayo	0,799	0,329	0,363	0,478	0,033
Junio	0,245	0,863	0,926	0,865	0,890
Julio	0,556	0,422	0,587	0,248	0,799
Agosto	0,309	0,200	0,512	0,156	0,118
Septiembre	0,707	0,705	0,713	0,391	0,468
Octubre	0,754	0,926	0,296	0,639	0,938
Noviembre	0,726	0,575	0,845	0,739	0,402
Diciembre	0,700	0,621	0,107	0,873	0,285
Anual	0,960	0,959	0,955	0,953	0,950
Primavera	0,875	0,624	0,857	0,763	0,672
Verano	0,776	0,846	0,912	0,789	0,836
Otoño	0,934	0,953	0,866	0,908	0,936
Invierno	0,363	0,634	0,440	0,677	0,481

en las que se presentan los coeficientes  $a$ ,  $b$ , y  $r^2$  de las cinco estaciones con mejor  $r^2$  anual, y en la figura 2.12, en la que se representan estos mismos coeficientes para las estaciones con mejor  $r^2$  anual en cada archivo.

De la observación de las tablas y figuras se desprende nuevamente que los valores mensuales son poco significativos, con variaciones aparentemente aleatorias, lo que resulta lógico si se piensa que algunas de estas regresiones mensuales están basadas en sólo 5 pares de datos. En cuanto al coeficiente de determinación, presenta los valores más altos en las regresiones con todo el conjunto anual de datos, siendo en las regresiones mensuales donde se dan los valores más bajos. Esto es debido a que al tratar los datos por meses la varianza es mucho menor que en el total anual, y eso explica también que en las estaciones equinociales (primavera y otoño) los valores sean mayores que en las correspondientes a los solsticios (verano e invierno).

Por último merece destacarse también que, en general, se obtienen mejores regresiones con las temperaturas máximas que con las mínimas, y con las temperaturas medias que con las absolutas. En el caso de las temperaturas mínimas ello es debido a los fenómenos de inversión térmica, que introducen una variabilidad mayor.

Para probar las diferentes rectas de regresión (mensuales, estacionales, y anual) se ha procedido a la interpolación del periodo 1974-80 del aeropuerto de Palma, como se hizo con las precipitaciones. Como estaciones de referencia se han tomado las de Palma, Salinas de Levante (Campos), Base Hidros (Pollensa), y aeropuerto de Ibiza, por carecer las tres últimas de lagunas de datos en el periodo de estudio, y faltarle a la de Palma únicamente tres años (desde febrero de 1978, fecha en que cambió su emplazamiento al muelle de Pelaires).

Los resultados de estas pruebas se presentan en las tablas 2.21 a 2.24, en las que no se da el coeficiente de

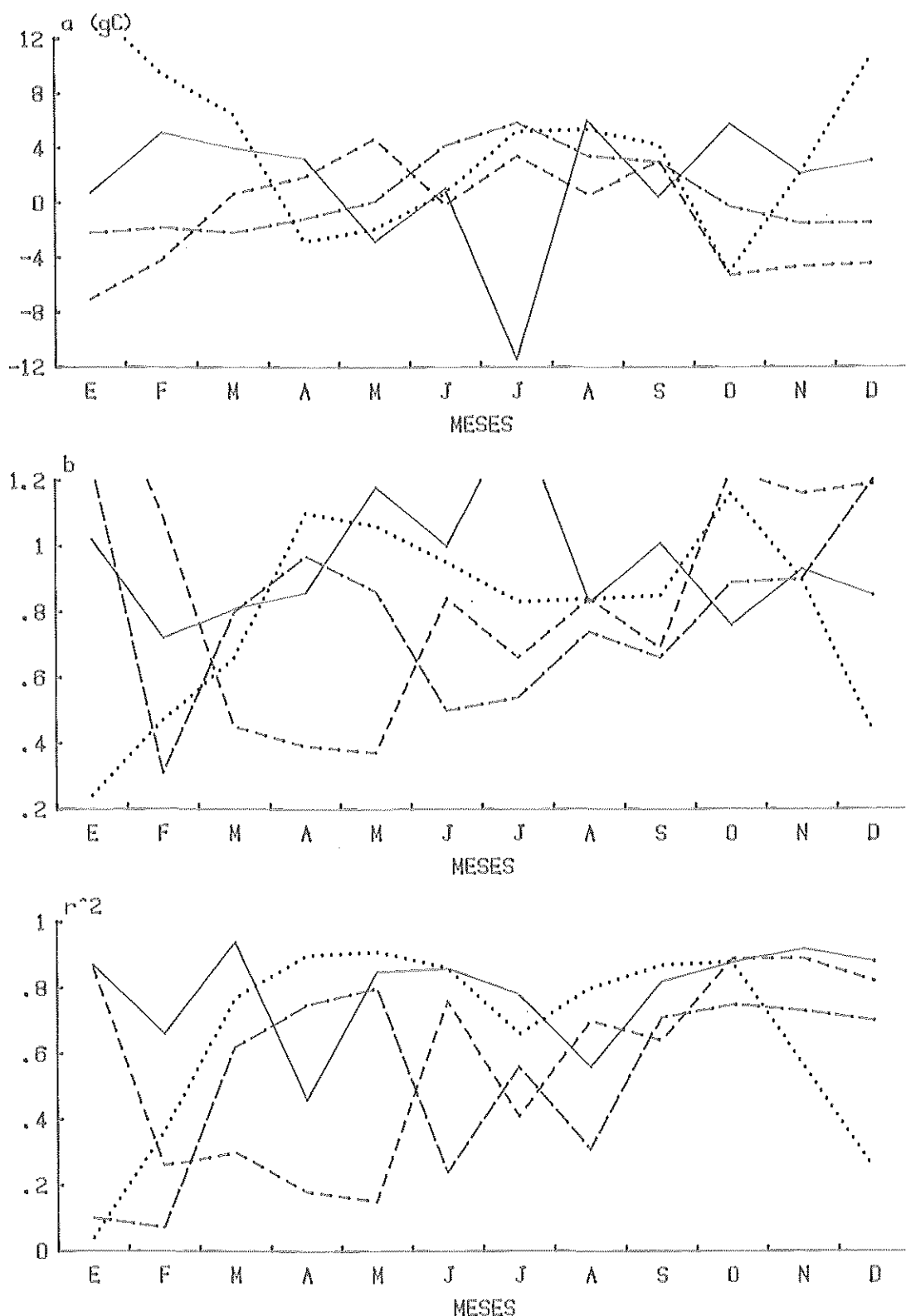


Fig. 2.12.- Evolución anual de los coeficientes  $a$ ,  $b$ , y  $r^2$  de las regresiones lineales entre las temperaturas mensuales del aeropuerto de Palma y las de las estaciones con mejor  $r^2$  anual: 30, Sant Lluís, para las máximas medias (—); 11, Lluçmajor-II, para las mínimas medias (-----); 16, Pont d'Inca, para las máximas absolutas (.....); 5, Campos-S.E., para las mínimas absolutas (— — —).

Tabla 2.21.- Errores en la interpolación de las temperaturas máximas medias mensuales del aeropuerto de Palma durante el periodo 1974-80, mediante las ecuaciones de regresión generadas a partir de los datos del periodo 1961-73: desviaciones máxima, media, y típica.

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
<u>Ecuaciones mensuales:</u>													
Des.máx.	0,6	0,9	0,3	0,9	-0,8	-1,5	-1,5	-1,1	-0,4	1,1	1,3	1,0	-1,5
Des.med.	0,1	0,2	-0,0	0,0	-0,6	-0,9	-0,8	-0,6	-0,3	0,5	0,4	0,3	-0,1
Des.típ.	0,4	0,5	0,2	0,5	0,7	1,0	1,0	0,8	0,3	0,7	0,7	0,5	0,6
<u>Ecuaciones estacionales:</u>													
Des.máx.	0,6	0,9	-0,4	-0,9	-1,1	-1,4	-1,5	-1,3	-0,6	0,7	1,0	1,1	-1,5
Des.med.	0,2	0,2	-0,1	-0,3	-0,8	-0,8	-0,9	-0,9	-0,4	0,3	0,2	0,3	-0,1
Des.típ.	0,4	0,5	0,2	0,6	0,9	0,9	1,0	1,0	0,4	0,5	0,5	0,6	0,6
<u>Ecuación anual:</u>													
Des.máx.	-0,5	-0,6	-0,5	-1,0	-1,1	-1,6	-1,7	-1,4	-0,4	0,8	0,9	0,9	-1,7
Des.med.	-0,1	-0,0	-0,1	-0,3	-0,7	-1,0	-1,1	-1,0	-0,2	0,2	-0,0	0,2	-0,1
Des.típ.	0,3	0,4	0,2	0,6	0,9	1,2	1,2	1,2	0,2	0,5	0,5	0,5	0,7

Tabla 2.22.- Errores en la interpolación de las temperaturas mínimas medias mensuales del aeropuerto de Palma durante el periodo 1974-80, mediante las ecuaciones de regresión generadas a partir de los datos del periodo 1961-73: desviaciones máxima, media, y típica.

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
<u>Ecuaciones mensuales:</u>													
Des.máx.	3,7	2,1	2,8	2,8	2,5	2,0	2,3	1,7	1,5	1,2	2,3	2,4	3,7
Des.med.	1,7	1,6	1,9	2,1	1,9	1,6	1,7	1,2	0,9	0,6	1,6	1,2	0,5
Des.típ.	2,2	1,8	2,2	2,3	2,1	1,8	1,9	1,4	1,0	0,8	1,9	1,6	1,7
<u>Ecuaciones estacionales:</u>													
Des.máx.	3,4	2,4	2,8	2,8	2,2	2,2	2,3	1,7	1,1	1,4	2,1	2,2	3,4
Des.med.	1,6	1,6	2,1	1,9	1,7	1,9	1,5	1,1	0,5	0,8	1,5	1,1	0,5
Des.típ.	2,1	1,8	2,4	2,2	1,8	2,0	1,7	1,3	0,6	1,0	1,8	1,5	1,6
<u>Ecuación anual:</u>													
Des.máx.	3,2	2,8	2,9	2,7	1,9	1,6	2,3	1,6	1,4	1,6	2,0	2,6	3,2
Des.med.	1,8	2,0	2,1	1,9	1,4	1,1	1,2	1,1	0,9	0,9	1,4	1,6	0,5
Des.típ.	2,1	2,2	2,4	2,1	1,5	1,3	1,4	1,2	1,0	1,1	1,7	1,8	1,6

Tabla 2.23.- Errores en la interpolación de las temperaturas máximas absolutas medias mensuales del aeropuerto de Palma durante el periodo 1974-80, mediante las ecuaciones de regresión generadas a partir de los datos del periodo 1961-73: desviaciones máxima, media, y típica.

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
<u>Ecuaciones mensuales:</u>													
Des.máx.	-1,7	1,6	-2,3	2,4	2,3	-3,0	-3,0	-1,5	-0,9	1,0	2,9	2,0	-3,0
Des.med.	-0,2	0,3	-0,3	-0,1	-0,2	-0,5	-0,5	-0,5	-0,1	0,1	0,9	0,1	-0,0
Des.típ.	1,1	1,1	1,4	1,3	1,3	1,5	1,5	0,9	0,4	0,7	1,6	1,1	1,1
<u>Ecuaciones estacionales:</u>													
Des.máx.	1,6	1,3	1,7	2,2	-4,9	-2,4	-3,1	-3,3	-1,3	0,8	1,6	2,0	-4,9
Des.med.	0,1	0,0	0,5	-0,0	-1,7	0,1	-0,7	-1,4	-0,7	-0,1	0,7	-0,0	-0,1
Des.típ.	1,1	1,0	1,0	1,2	2,5	1,4	1,4	1,8	0,8	0,6	1,0	1,1	1,2
<u>Ecuación anual:</u>													
Des.máx.	1,3	2,0	2,2	1,6	-5,2	-3,8	-3,8	-4,4	-0,8	0,8	-0,6	1,5	-5,2
Des.med.	0,2	0,5	0,3	-0,1	-1,7	-1,2	-1,5	-2,1	0,1	0,1	0,1	0,2	-0,1
Des.típ.	1,0	1,3	1,0	1,1	2,5	1,9	2,0	2,5	0,5	0,6	0,5	0,9	1,4



Tabla 2.24.- Errores en la interpolación de las temperaturas mínimas absolutas mensuales del aeropuerto de Palma durante el periodo 1974-80, mediante las ecuaciones de regresión generadas a partir de los datos del periodo 1961-73: desviaciones máxima, media, y típica.

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
<u>Ecuaciones mensuales:</u>													
Des.máx.	2,2	2,5	2,8	4,4	4,3	2,9	2,5	3,1	2,1	2,9	2,6	1,7	4,4
Des.med.	1,3	1,2	1,9	2,9	2,7	1,6	1,6	1,8	1,0	1,3	1,8	0,4	0,6
Des.típ.	1,6	1,6	2,1	3,5	3,1	2,0	1,8	2,1	1,3	1,7	2,1	1,0	2,0
<u>Ecuaciones estacionales:</u>													
Des.máx.	2,2	2,5	3,8	4,5	3,4	3,3	2,1	2,5	2,2	2,6	2,7	1,6	4,5
Des.med.	1,3	1,3	2,4	2,6	1,8	2,3	1,2	1,2	0,7	1,2	2,0	0,3	0,5
Des.típ.	1,6	1,6	2,7	3,2	2,2	2,7	1,5	1,5	1,0	1,5	2,2	1,0	1,9
<u>Ecuación anual:</u>													
Des.máx.	2,7	3,1	3,6	4,4	3,3	1,9	2,2	2,3	2,9	2,6	2,5	2,7	4,4
Des.med.	1,9	1,9	2,1	2,4	1,7	1,0	0,7	1,0	1,2	1,3	1,9	1,7	0,6
Des.típ.	2,2	2,2	2,4	2,9	2,1	1,4	1,4	1,4	1,5	1,6	2,1	2,0	1,8

variación debido a que en algunos casos (temperaturas mínimas de invierno), al aproximarse a cero las medias, el coeficiente se dispara a valores muy altos y pierde su significación.

Estos resultados manifiestan, como se observa también en las figuras 2.13 y 2.14, escasas diferencias entre los tres tipos de interpolación, siendo las desviaciones típicas de la ecuación anual unas veces superiores y otras inferiores a las de las ecuaciones mensuales y estacionales, y sucediendo otro tanto con la desviación media. Así pues se ha escogido la ecuación anual por motivos de sencillez, y por estar basados sus parámetros en un mayor número de datos.

A continuación se ha efectuado una interpolación similar en base a una ecuación anual, pero siguiendo el modelo de Teissier (tabla 2.25). Al comparar los errores y desviaciones de ambas interpolaciones (fig. 2.15 y 2.16) se observan de nuevo diferencias escasas entre ambos modelos, unas veces a favor del modelo I de regresión, y otras a favor del de Teissier, de modo que se escoge el segundo por permitir el uso del mismo programa empleado para las precipitaciones.

Por último se ha realizado un análisis de los errores obtenidos al efectuar las interpolaciones con 1, 2, 3, ..., 9 estaciones, con objeto de determinar el número óptimo de estaciones de comparación. Los análisis, para cada uno de los cuatro archivos termométricos, se han efectuado ordenando las estaciones de referencia por coeficientes de determinación decrecientes (tabla 2.26), a excepción del correspondiente a las temperaturas máximas absolutas, en el que la estación con mayor  $r^2$  (nº20, Palma) figura en segundo lugar por no tener completo el periodo de observación necesario para efectuar la interpolación (1974-1980).

En la figura 2.17 se representa la evolución de las desviaciones típica y media al aumentar el número de estaciones de referencia, y aunque las variaciones no son

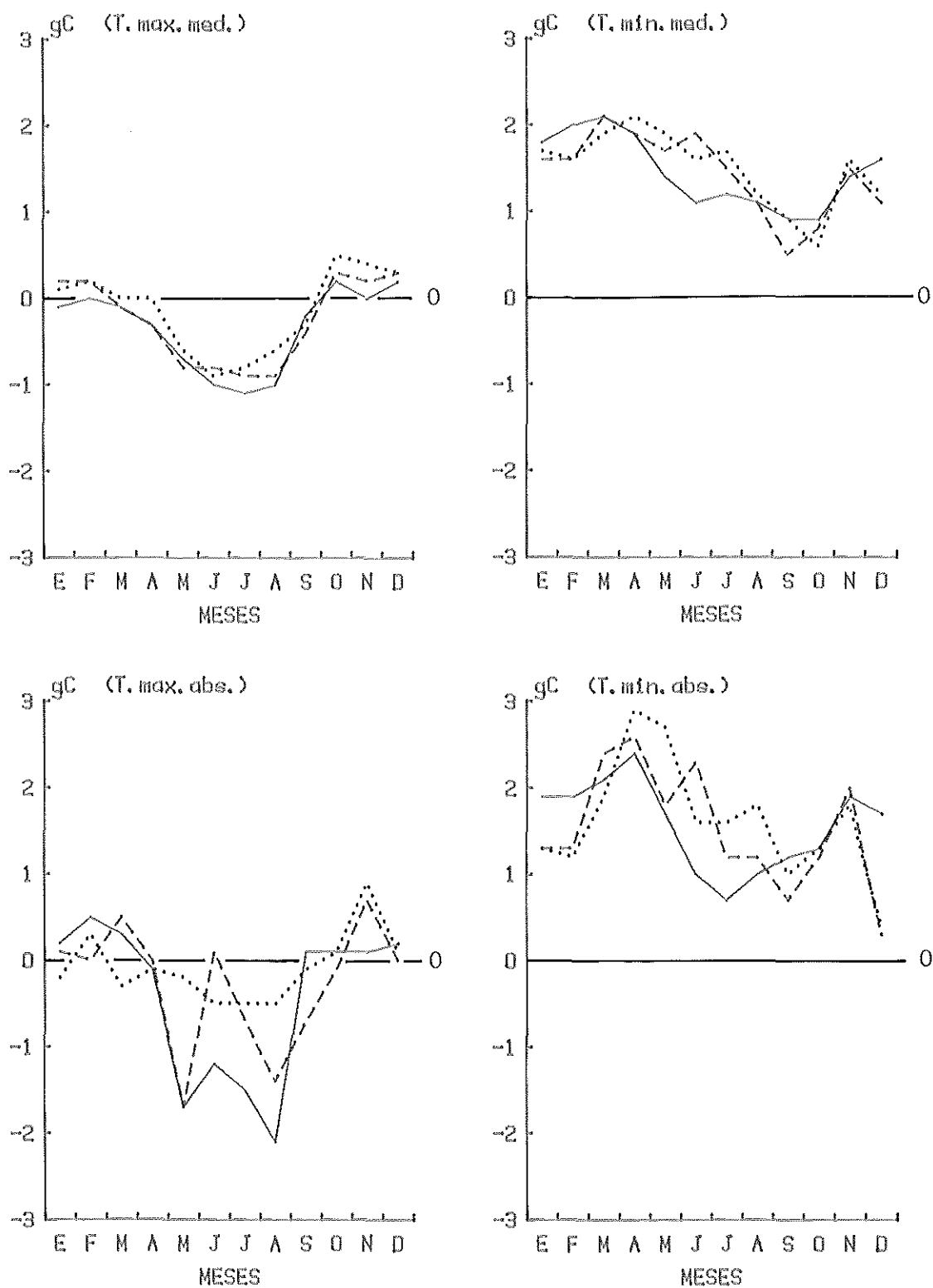


Fig. 2.13.- Evolución anual de la desviación media en la interpolación de las temperaturas mensuales del aeropuerto de Palma, empleando: a) ecuaciones mensuales (.....); b) ecuaciones estacionales (-----); c) una ecuación anual (—).

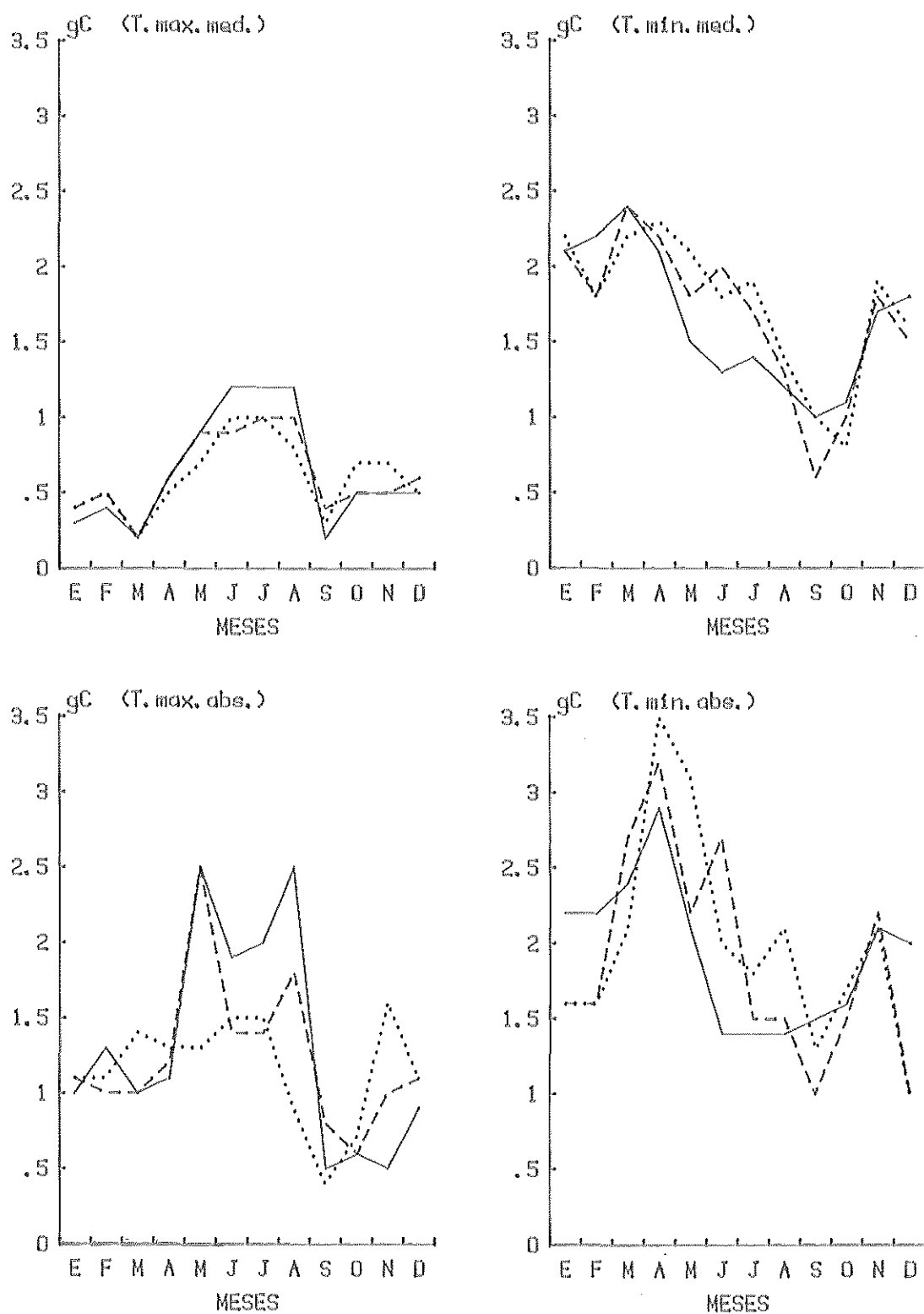


Fig. 2.14.- Evolución anual de la desviación típica en la interpolación de las temperaturas mensuales del aeropuerto de Palma, empleando: a) ecuaciones mensuales (.....); b) ecuaciones estacionales (-----); c) una ecuación anual (——).

Tabla 2.25.- Errores en la interpolación de las temperaturas mensuales del aeropuerto de Palma durante el periodo 1974-80, mediante las ecuaciones de regresión (rectas de Teissier) generadas a partir de los datos del periodo 1961-73: desviaciones máxima, media, y típica.

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
<u>Máximas medias:</u>													
Des.máx.	-0,6	-0,7	-0,6	-1,1	-1,1	-1,5	-1,6	-1,3	-0,3	0,8	0,8	0,8	-1,6
Des.med.	-0,2	-0,1	-0,2	-0,4	-0,8	-1,0	-1,0	-0,9	-0,1	0,2	-0,1	0,1	-0,1
Des.típ.	0,3	0,4	0,3	0,7	0,9	1,1	1,1	1,0	0,2	0,5	0,5	0,4	0,7
<u>Mínimas medias:</u>													
Des.máx.	2,9	2,6	2,7	2,6	1,9	1,7	2,6	1,9	1,5	1,6	1,9	2,5	2,9
Des.med.	1,6	1,8	2,0	1,8	1,4	1,2	1,4	1,3	1,0	1,0	1,3	1,4	0,5
Des.típ.	2,0	2,1	2,2	2,0	1,5	1,4	1,6	1,5	1,2	1,2	1,6	1,7	1,6
<u>Máximas absolutas:</u>													
Des.máx.	-1,5	-1,8	1,9	-1,6	-5,2	-3,5	-3,4	-4,1	0,9	0,9	-0,9	1,0	-5,2
Des.med.	-0,2	0,2	0,1	-0,4	-1,7	-1,0	-1,1	-1,7	0,3	0,2	-0,1	-0,2	-0,2
Des.típ.	1,0	1,2	0,9	1,1	2,5	1,7	1,6	2,2	0,6	0,7	0,5	0,8	1,3
<u>Mínimas absolutas:</u>													
Des.máx.	3,0	3,4	3,4	4,3	3,3	2,2	2,7	2,7	3,3	2,5	3,0	2,4	4,3
Des.med.	2,1	2,4	2,3	2,3	1,7	1,2	1,1	1,5	1,4	1,4	1,8	1,6	0,6
Des.típ.	2,5	2,7	2,6	2,8	2,1	1,6	1,7	1,7	1,8	1,6	2,1	1,9	2,0

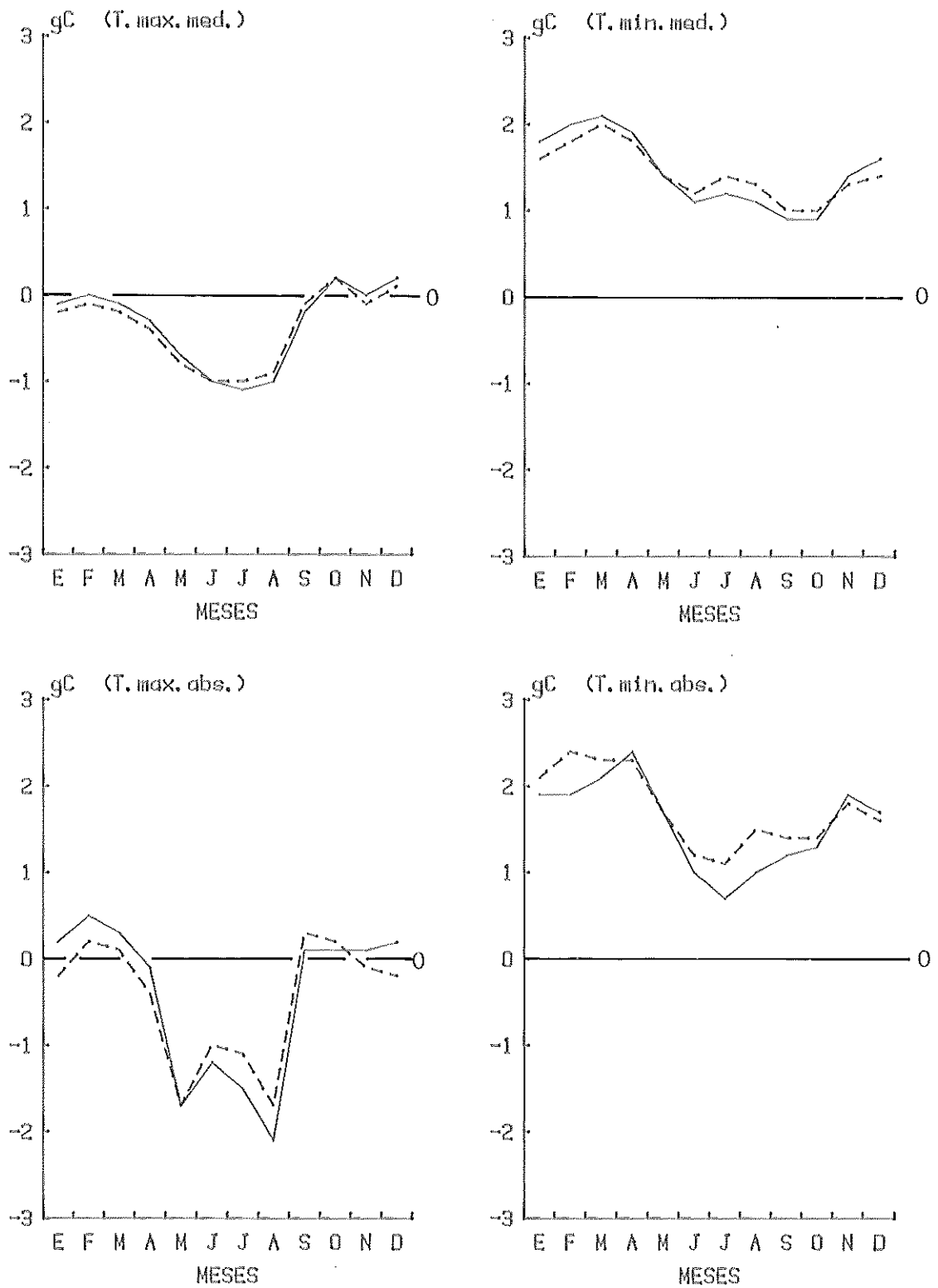


Fig. 2.15.- Evolución anual de la desviación media en la interpolación de las temperaturas mensuales del aeropuerto de Palma, empleando ecuaciones de regresión anuales: a) modelo I —; b) recta de Teissier ----.

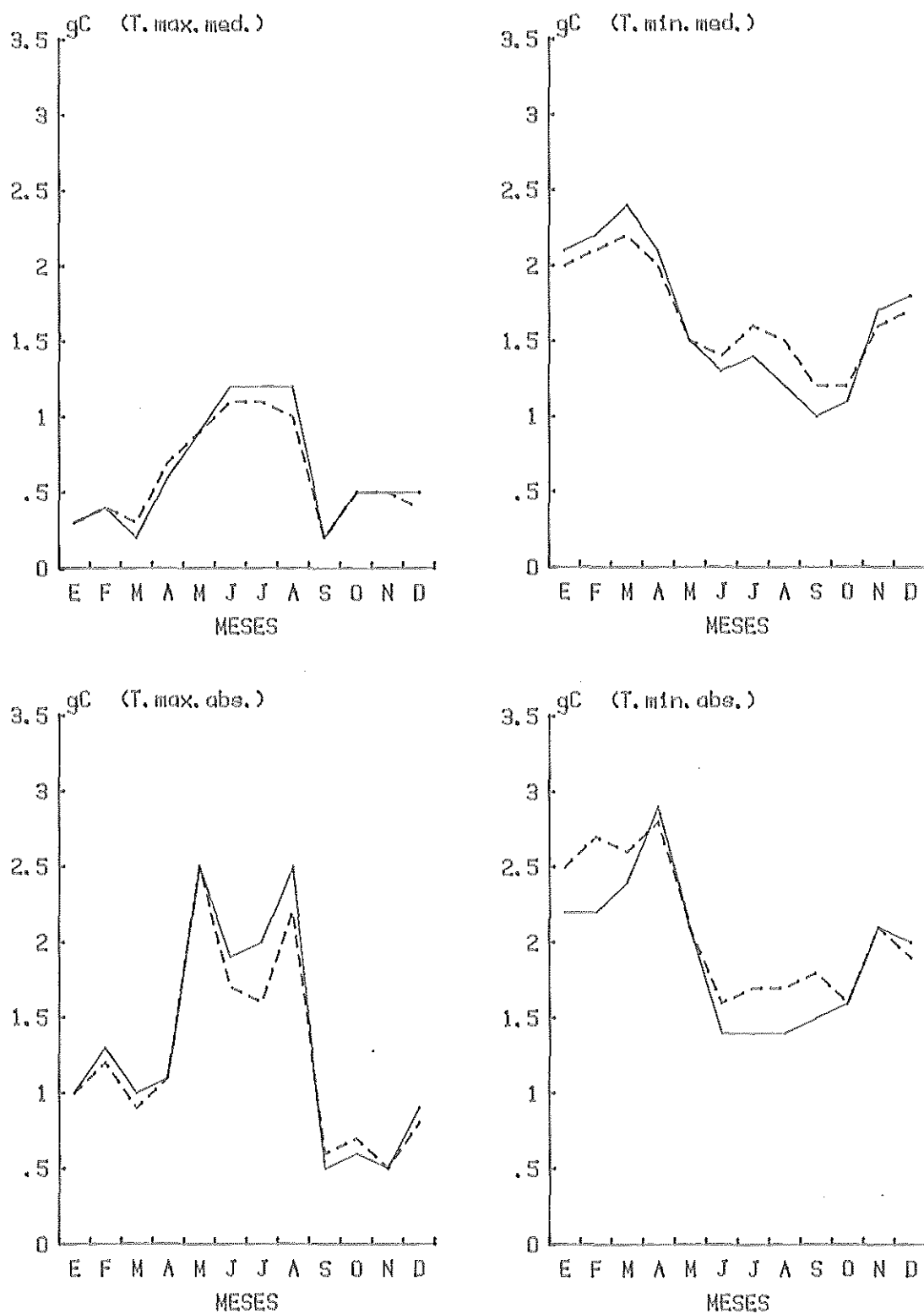


Fig. 2.16.- Evolución anual de la desviación típica en la interpolación de las temperaturas mensuales del aeropuerto de Palma, empleando ecuaciones de regresión anuales: a) modelo I ———; b) recta de Teissier -----.

Tabla 2.26.- Ordenación de las estaciones por coeficientes de determinación decrecientes (con el aeropuerto de Palma), para su empleo en los análisis de interpolación con número creciente de estaciones de referencia.

<u>Máximas medias.</u>		<u>Mínimas medias</u>		<u>Máximas absolutas</u>		<u>Mínimas absolutas</u>	
<u>Nº est.</u>	<u>r<sup>2</sup></u>	<u>Nº est.</u>	<u>r<sup>2</sup></u>	<u>Nº est.</u>	<u>r<sup>2</sup></u>	<u>Nº est.</u>	<u>r<sup>2</sup></u>
23	0,988	33	0,969	5	0,951	5	0,955
20	0,985	5	0,968	20	0,964	7	0,941
33	0,982	7	0,962	24	0,930	24	0,939
24	0,977	25	0,955	33	0,925	31	0,934
7	0,977	31	0,945	7	0,918	33	0,920
5	0,937	20	0,942	23	0,908	6	0,911
31	0,962	23	0,933	25	0,899	20	0,904
25	0,954	6	0,923	31	0,882	23	0,903
6	0,937	24	0,915	6	0,839	25	0,903



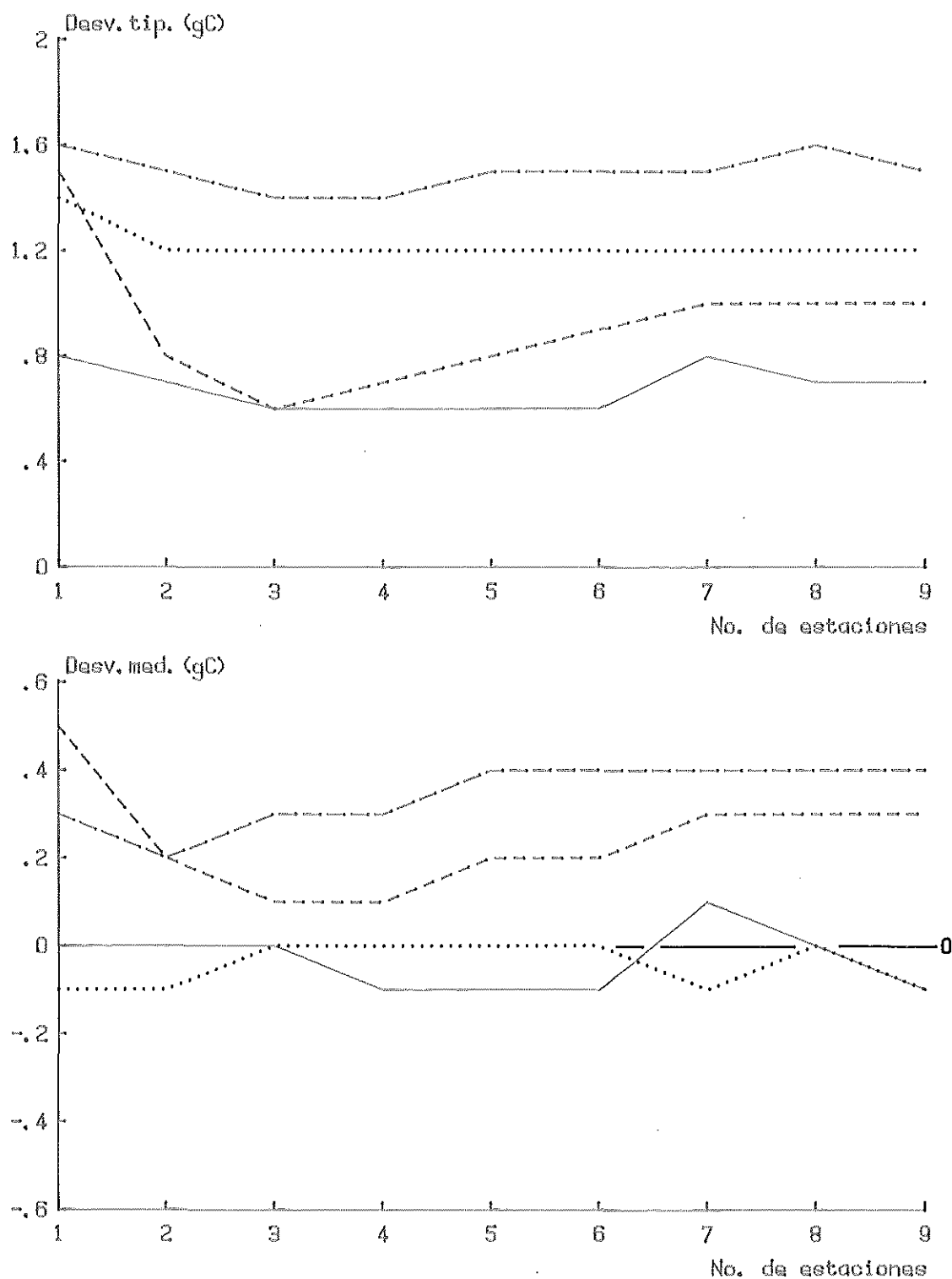


Fig. 2.17.- Evolución de los valores anuales de la desviación típica y la desviación media de las temperaturas mensuales interpoladas mediante una recta de Teissier, al aumentar el número de estaciones de referencia. (—— Máximas medias; ----- mínimas medias; ..... máximas absolutas; --- mínimas absolutas).

muy grandes los mejores resultados en conjunto parecen corresponder a la interpolación efectuada con 3 estaciones, siendo ésta la modalidad a emplear en la depuración de los ficheros termométricos.

#### 2.2.2.2. Aplicación del método

Así pues, según lo tratado en el apartado anterior, para la depuración de los ficheros termométricos se puede proceder de manera análoga a como se hizo con las precipitaciones, por lo que se calculan primeramente las matrices de medias, desviaciones típicas y coeficientes de correlación de 34x34 elementos, para cada uno de los cuatro ficheros termométricos, aunque exigiendo ahora un mínimo de 36 pares de datos simultáneos (3 años). (En el caso de las precipitaciones estaba garantizado un mínimo de 10 años de observaciones simultáneas, cosa que no sucede con las temperaturas).

Una vez grabadas estas matrices en disco magnético se aplica el mismo programa de depuración empleado con el fichero de precipitaciones mensuales, pero fijando en 3 el número de estaciones de referencia, y siendo el requisito de rechazo de un dato, que éste no se encuentre incluído en el intervalo  $(E - 1,5.s^*, E + 1,5.s^*)$ , puesto que aquí sí es de esperar una distribución de densidad de probabilidad simétrica.

El resultado de esta aplicación es la obtención de los cuatro ficheros termométricos depurados, cuyos datos tabulados aparecen en el anexo 3. Además de los datos mensuales se dan también los valores anuales y las medias, desviaciones típicas, y límites de confianza de la media del 95%, obviando el coeficiente de variación por la razón apuntada anteriormente.

Los datos mensuales interpolados también aparecen marcados, diferenciando los que no existían previamente de

aquéllos que sí existían, pero fueron rechazados durante la depuración. En los dos ficheros de temperaturas medias se han rechazado 87 datos, que frente a una masa aproximada de  $34 \times 12 \times 12 \cong 4800$ , representan un 1,8%. En los ficheros de temperaturas absolutas los rechazos totales fueron menores: 53 en el fichero de máximas y 58 en el de mínimas, que sólo suponen un 1,1 y 1,2% del total.

Por estaciones, en todos los ficheros el número de datos depurados se mantiene entre 0 y 6, a excepción de 2 estaciones en los ficheros de temperaturas máximas medias que presentan 14 y 16 depuraciones (Ibiza-Central Térmica y Salinas de Levante, respectivamente), otras dos en el de mínimas medias, ambas con 7 depuraciones (Inca-S.E. e Ibiza-C.T.), y otra en el fichero de máximas absolutas, con 8 datos depurados (Salinas de Levante).

### 3. APLICACION-DEL ANALISIS DE COMPONENTES PRINCIPALES A LOS VALORES TERMOPLUVIOMETRICOS MEDIOS

Una vez confeccionados y depurados los ficheros de datos termopluviométricos, y calculados los valores medios mensuales, podemos estudiar la variabilidad que presentan de unas estaciones a otras mediante la técnica del Análisis de Componentes Principales, que ya ha sido aplicada anteriormente a datos climáticos con buenos resultados (GONZALEZ BERNALDEZ et. al., 1970; DE NICOLAS et al., 1973; BRISE y GRANDJOUAN, 1974; DYER, 1977; CREUS, 1978; PATERSON et al., 1978; OGALLO, 1980; UCIEDA, 1980; CARBALLEIRA et al., 1981; ESCUDERO y GARCIA-NOVO, 1981; FELICISIMO y ALVAREZ, 1981; LUIS et al., 1984).

Con este método, dado un conjunto de datos para cada estación, se calcula una matriz de correlaciones inter-estaciones a partir de la cual se obtienen las coordenadas de las estaciones para un nuevo sistema de ejes, ortogonales, que resumen las principales tendencias de variación de los datos originales.

El programa empleado ha sido el "PCAR" (ver apéndice), adaptación de uno que con el mismo nombre presenta ORLOCI (1978).

Se han realizado cuatro análisis, cuyos resultados y discusión se exponen a continuación.

#### 3.1.-Precipitaciones

Los datos de partida utilizados han sido las 12 precipitaciones medias mensuales de las 109 estaciones disponibles. La explicación de la varianza por los cinco primeros ejes tiene lugar del siguiente modo:

Eje	% de varianza -recogida-	Id. acumulada --
I	85,1	85,1
II	5,6	90,7
III	4,3	95,0
IV	1,7	96,7
V	1,2	97,9

Se observa que prácticamente existe una única línea de variación, definida por el eje I, ya que aunque los ejes II y III también presentan una absorción de varianza apreciable, ésta es muy pequeña en comparación con la del primer eje.

Los factores de carga de estos tres ejes aparecen representados en la figura 3.1. En el primero influyen positivamente todas las precipitaciones mensuales, y de una manera muy uniforme, aunque los de verano lo hacen en menor grado. Esto confirma el paralelismo del régimen pluviométrico de las distintas comarcas de Baleares, apuntado por A. JANSÀ (1972).

En los ejes II y III las aportaciones son mucho más irregulares: El eje II está influído positivamente por las precipitaciones de verano, principalmente por la de julio, y negativamente por las de invierno, mientras que en el eje III influye positivamente la precipitación de junio, y negativamente las de julio, agosto, y noviembre.

En la figura 3.2 se representan las estaciones pluviométricas mediante los ejes I y II. Resulta evidente la polarización de las mismas según el eje I, que en su extremo positivo sitúa a las estaciones más lluviosas (números 36, 35, 32, 41, 33, ...), correspondientes a la zona más elevada de la cordillera norte de Mallorca (municipios de Escorca y Fornalutx), y en el negativo hace lo propio con las más secas (estaciones de Ibiza y Formentera, nos. 106, 105, 109

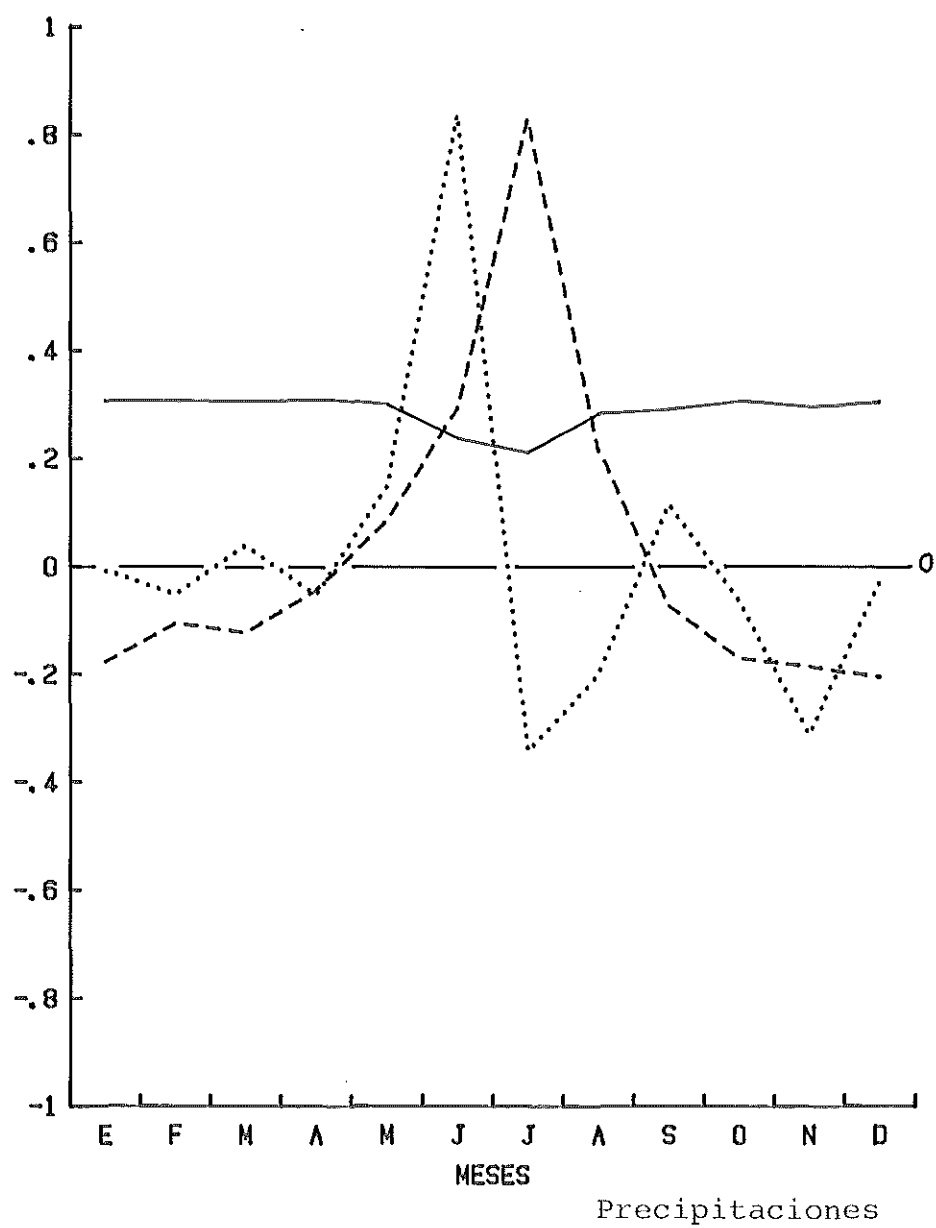


Fig. 3.1.- Factores de carga del primer análisis de C.P.  
 \_\_\_\_ Eje I (85%)    ---- Eje II (6%)    .... Eje III (4%)

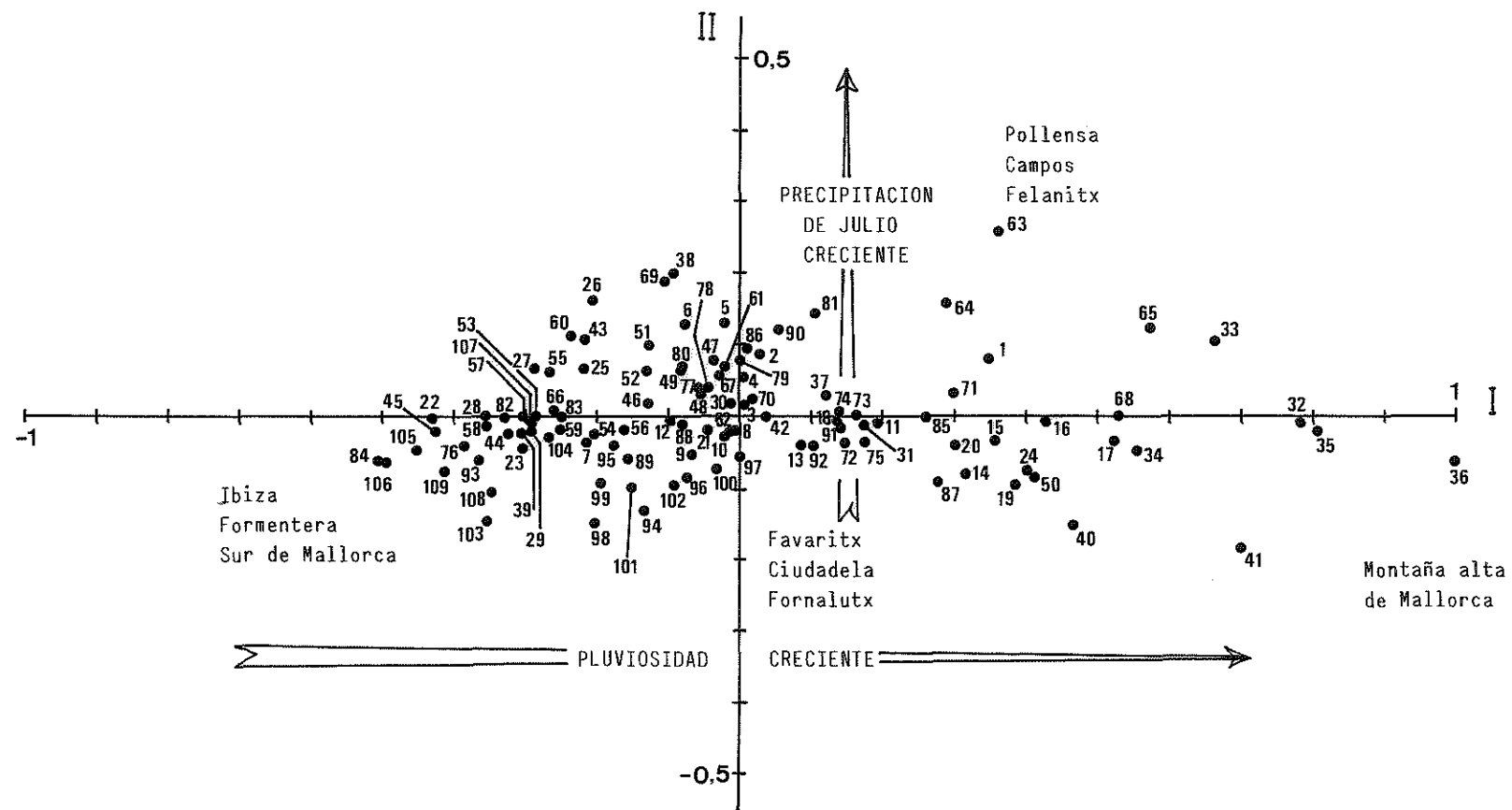


Fig. 3.2.- Representación de las estaciones del primer análisis de C.P. en el plano definido por los ejes I y II.

y 108, y cabos de la costa sur de Mallorca: 84, 22, 45, ...)

Alrededor de este eje I preponderante, el eje II realiza una dispersión de la nube de puntos atendiendo a la importancia relativa de la precipitación del mes de julio, que es la menor en todas las estaciones estudiadas excepto en la nº 63 (Pollensa). En otras estaciones la precipitación de julio, aunque inferior, no es muy diferente de la de junio (26, Campos S.E.; 38, Felanitx; y otras estaciones que acompañan a Pollensa en la cima de la nube de puntos), pero en general el mínimo de julio es mucho más acusado, especialmente en estaciones de Menorca (98, Favaritx; 103, Isla del Aire; 94, Ciudadela S.E.; ...) e Ibiza y Formentera (108, Faro de Formentera; etc.), y algunas de las más lluviosas de Mallorca (41 y 40, ambas en el término municipal de Fornalutx, que junto con las anteriores constituyen la base de la nube).

Aunque la importancia de este segundo eje es muy inferior al primero, mantiene un alto grado de significación por el hecho de basarse en el mínimo pluviométrico del año.

### 3.2. Temperaturas máximas y mínimas medias

Para el segundo análisis cada estación (de las 34 termométricas disponibles) se ha caracterizado por los 24 valores medios mensuales de temperaturas máximas y mínimas. La varianza recogida por los primeros ejes se distribuye de la forma siguiente:

Eje	% de varianza recogida	Id. acumulada
I	75,6	75,6
II	20,4	96,0
III	2,3	98,3
IV	1,1	99,4
V	0,3	99,7



Se destacan claramente los dos primeros ejes, que acumulan un 96% de la varianza, sobre todos los demás, de carácter residual.

En el primer eje influyen positivamente todos los valores mensuales, tanto de las máximas como de las mínimas, aunque las máximas de verano lo hacen en menor grado (fig. 3.3). En cambio en el eje II las máximas influyen positivamente, sobre todo las de verano, pero las mínimas lo hacen negativamente. De ahí que en la representación de las estaciones en el plano definido por estos ejes (fig. 3.4), a lo largo de las abscisas las estaciones se sitúan, desde las más frías (4, S. de Alfabia; 8, Son Torrella; 7, Lluc), a la izquierda, hasta las más cálidas (32, S. Antonio; 26, Ciudadela S.E.; 34, Sta. Eulalia; 9, Inca; ...), a la derecha. En ordenadas la separación se basa en la oscilación termométrica, principalmente diaria. Así, en la parte superior se sitúan las estaciones de régimen más extremado o continental (5, Campos S.E.; 10, Inca S.E.; 6, Salinas de Levante; 22, Aeropuerto de Palma; ...), mientras que en la inferior lo hacen las de menor oscilación (26, Ciudadela S.E.; 29, Mercadal S.E.; ...). Es de destacar la separación que impone este eje a parejas de estaciones geográficamente muy próximas, como las 10-9 (Inca S.E. - Inca), 12-11 (Llucmajor S.E. - Llucmajor), y sobre todo la 14-15 (Manacor S.E. - Manacor). Comoquiera que las segundas se hallan situadas en el interior de las poblaciones mientras que las primeras lo hacen en las afueras, estas separaciones reflejan la amortiguación de los extremos de temperatura por la presencia de núcleos urbanos, aunque no sean del tamaño de las grandes ciudades. La importancia de este factor sobre las temperaturas, que volverá a quedar patente en el próximo capítulo, ratifica la conveniencia de tratar como series diferentes las observaciones de una estación termométrica antes y después de un eventual traslado desde las afueras hacia el interior de una población, o viceversa, tal como se ha hecho en este trabajo (capítulo 1).

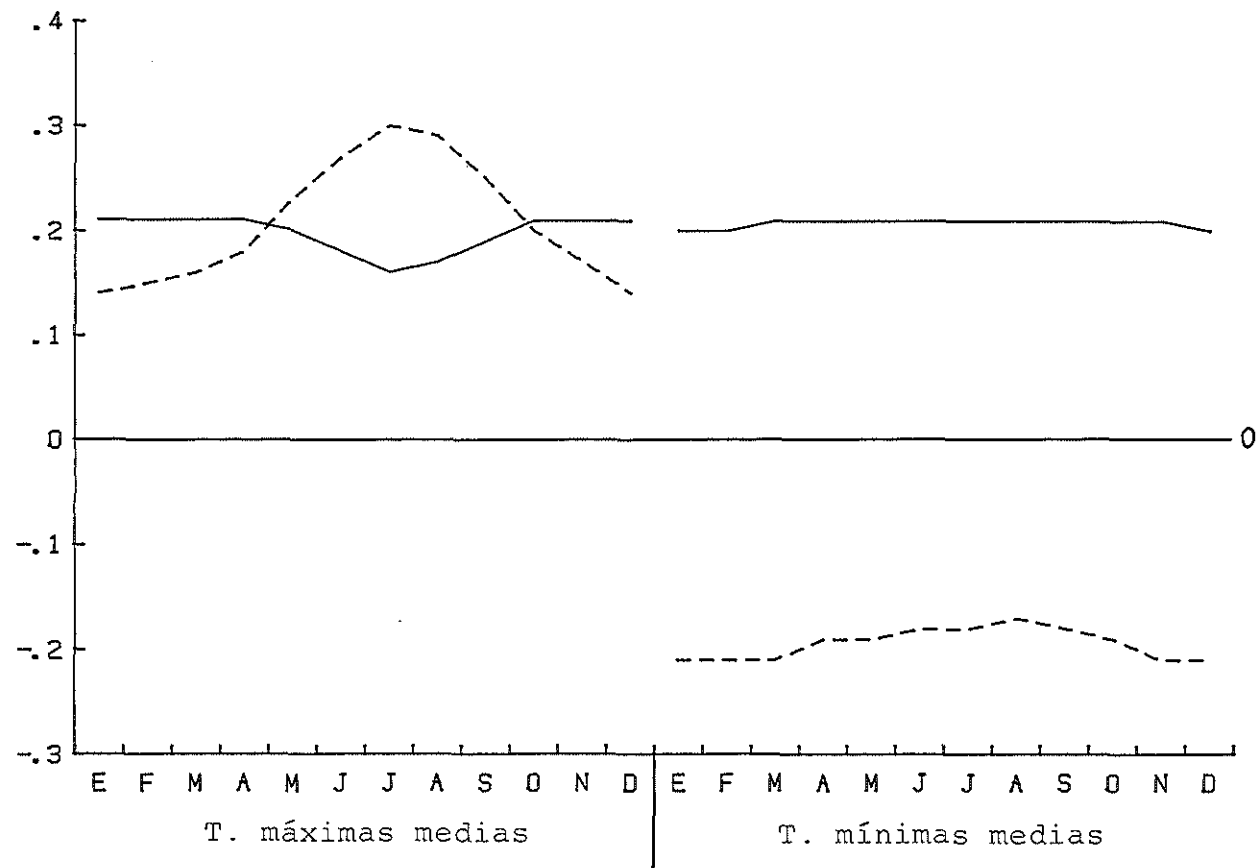


Fig. 3.3.- Factores de carga del segundo análisis de C.P.

\_\_\_\_\_ Eje I (76%)      - - - - - Eje II (20%)

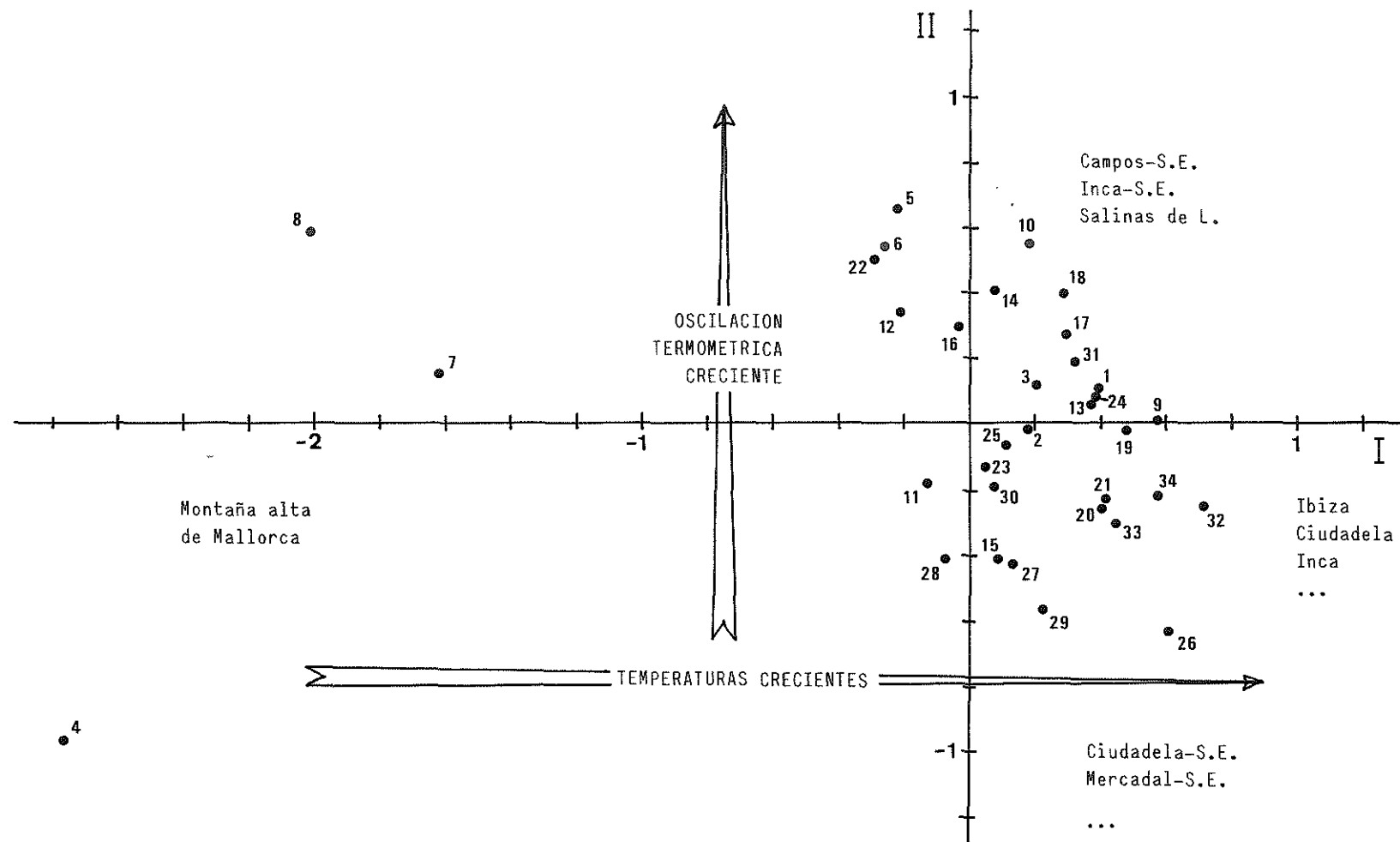


Fig. 3.4.- Representación de las estaciones del segundo análisis de C.P. en el plano definido por los ejes I y II.

### 3.3. Pluviosidad y temperaturas medias

Con los totales mensuales de precipitación y las temperaturas medias, también mensuales, como descriptores de cada estación, se ha realizado un tercer Análisis de Componentes Principales. Para ello no se han podido emplear las 34 estaciones termométricas, por ausencia de datos de precipitación en algunas de ellas. En los casos en que existía alguna estación pluviométrica en la misma localidad, se ha procedido a asignar sus valores medios a la estación termométrica correspondiente, con lo que se consiguen un total de 29 estaciones "termopluviométricas" con las que realizar el análisis (tabla 3.1). Con esta práctica, las estaciones termométricas de una misma localidad (como Inca e Inca S.E.) presentan los mismos valores pluviométricos, pero de otro modo el número de estaciones disponibles hubiera sido mucho menor.

Realizado el análisis, la explicación de la varianza por los primeros ejes ha sido :

Eje	% de varianza recogida	Id. acumulada
- -	-	-
I	72,7	72,7
II	19,4	92,1
III	3,0	95,1
IV	1,8	96,9
V	1,0	97,9

Aparecen netamente destacados los dos primeros ejes sobre los siguientes, que sólo recogen porcentajes de varianza de tipo residual.

En la figura 3.5 aparecen representados los factores de carga de estos ejes. En el primero las aportaciones son muy

Tabla 3.1.- Estaciones termopluviométricas (TP) empleadas en los análisis tercero y cuarto, y equivalencia con las estaciones pluviométricas (P) y termométricas (T).

TP	P	T	Localidad
1	3	1	Alcudia-Butano
2	13	2	Bunyola
3	13	3	Bunyola-Subestación
4	26	5	Campos-Subestación
5	28	6	Salinas de Levante (Campos)
6	35	7	Sto. de Lluc (Escorca)
7	36	8	Son Torrella (Escorca)
8	42	9	Inca
9	42	10	Inca-Subestación
10	43	11	Llucmajor II
11	43	12	Llucmajor-Subestación
12	44	13	S'Arenal-Parroquia (Llucmajor)
13	46	14	Manacor-Subestación
14	46	15	Manacor-Perlas
15	52	16	Pont d'Inca (Marratxí)
16	52	17	Sa Cabaneta (Marratxí)
17	52	18	Son Bonet (Marratxí)
18	53	20	Palma
19	54	21	Palma-Rívoli
20	55	22	Aeropuerto de Palma
21	64	23	Base Hidros (Pollensa)
22	87	24	Sóller
23	87	25	Sóller II
24	94	26	Ciudadela-Subestación
25	97	27	Mahón
26	102	28	Aeropuerto de Mahón
27	102	30	Sant Lluís
28	104	31	Ibiza-Central térmica
29	107	33	Aeropuerto de Ibiza

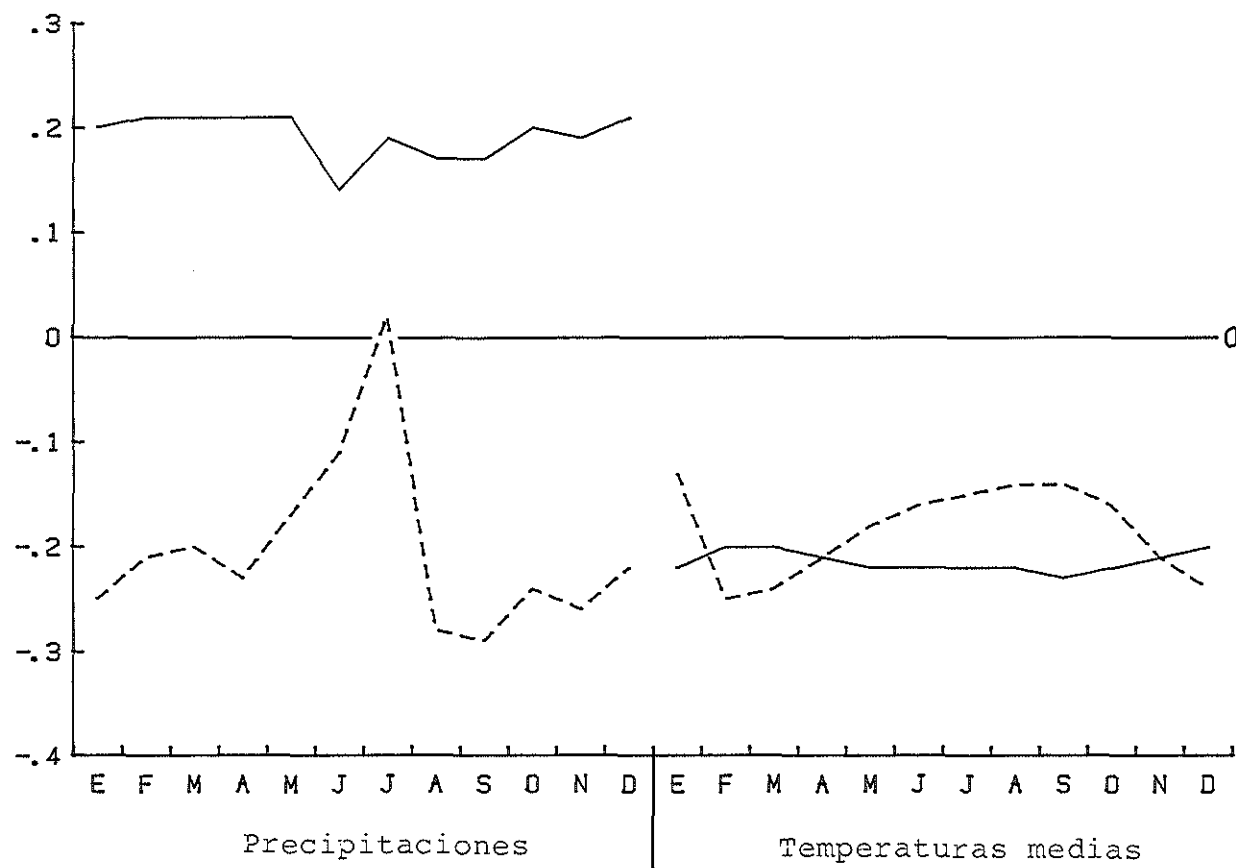


Fig. 3.5.- Factores de carga del tercer análisis de C.P.  
 — Eje I (73%)      - - - - Eje II (19%)

uniformes, sin diferencias apreciables de unos meses a otros, con valores positivos para las precipitaciones y negativos para las temperaturas. En el segundo eje influyen negativamente las precipitaciones, excepto las de julio y junio, y las temperaturas, también de forma negativa, principalmente las invernales a excepción de la de enero.

Así pues el eje I separa (fig. 3.6), por su extremo positivo, las estaciones de montaña (7, Son Torrella; 6, Sto. de Lluc), por sus elevadas precipitaciones y bajas temperaturas, quedando en el extremo negativo las estaciones más secas y cálidas: 24 (Ciudadela), 29 (Aeropuerto de Ibiza), 18 (Palma), etc. Otras estaciones que pueden considerarse como secas y cálidas, como las 5 (Salinas de Levante), 4 (Campos S.E.) y 20 (Aeropuerto de Palma), presentan sin embargo acusadas mínimas invernales, por lo que quedan separadas por el eje II, en su extremo positivo. En el otro extremo de este eje aparecen las estaciones que, con un apreciable nivel de precipitaciones, no poseen temperaturas invernales especialmente bajas (22 y 23, Sóller; 21, Base Hidros de Pollensa; e incluso la 24, Ciudadela, que marcando el mínimo en el primer eje también posee un bajo valor en este segundo).

### 3.4. Pluviosidad y temperaturas máximas y mínimas

Cada estación termopluviométrica (las mismas del análisis anterior) se ha caracterizado con 36 valores: las 12 precipitaciones medias y las 24 temperaturas medias de las máximas y de las mínimas. La varianza se reparte entre los primeros ejes del siguiente modo:

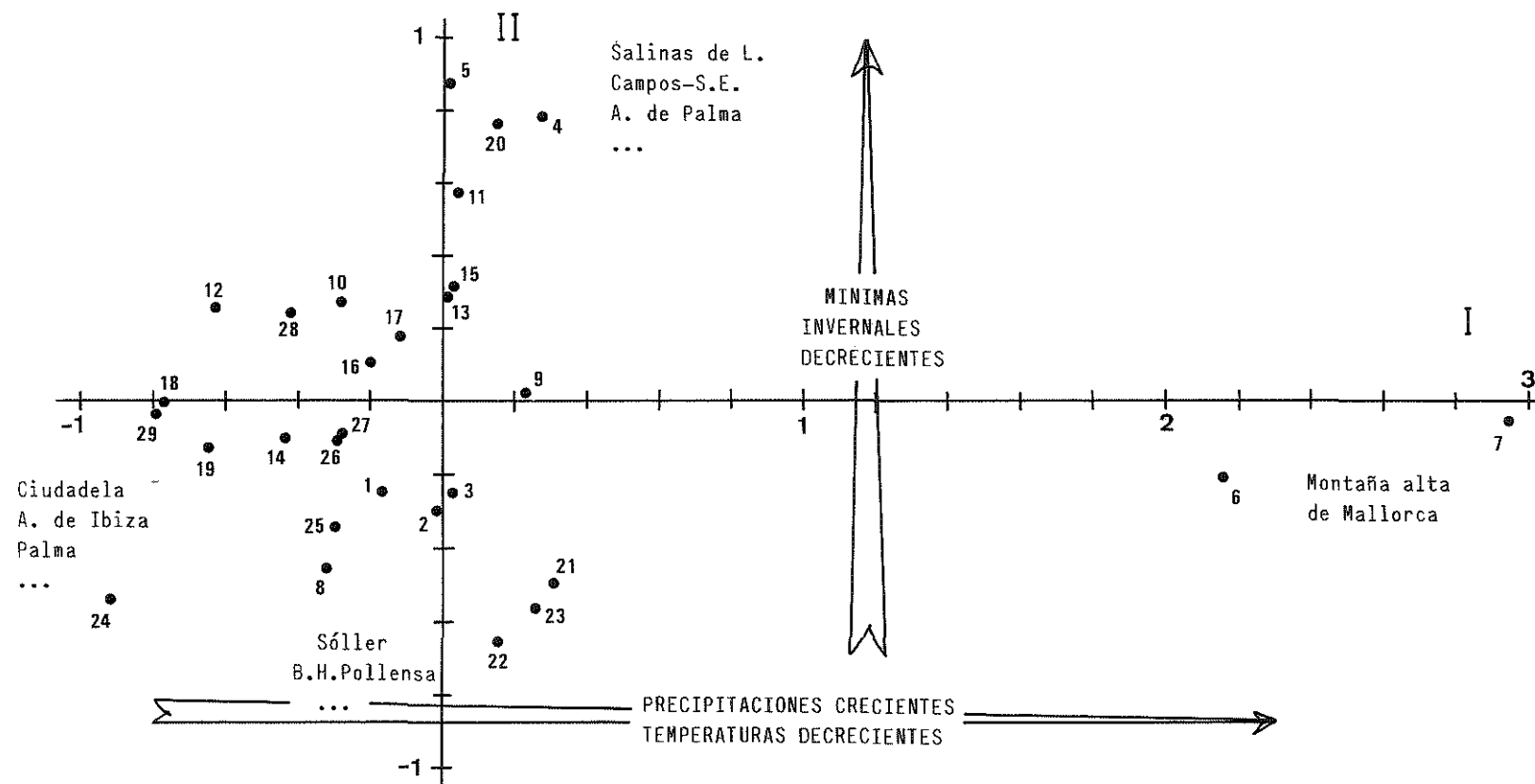


Fig. 3.6.- Representación de las estaciones del tercer análisis de C.P. en el plano definido por los ejes I y II.



Eje	% de varianza recogida	Id. acumulada
I	64,4	64,4
II	17,5	81,9
III	10,3	92,2
IV	3,5	95,7
V	1,2	96,9

Aquí se observa que el tercer eje también recoge una parte importante de la varianza, más de un 10%, totalizando junto con los otros dos más de un 92%. Los siguientes ejes ya se pueden considerar como residuales. El peso de las variables descriptoras en los diferentes ejes se visualiza en la figura 3.7. El primer eje aparece asociado a precipitaciones altas a lo largo del año (la precipitación de junio es la que menos influye), temperaturas máximas bajas (sobre todo las de invierno y meses adyacentes), y temperaturas mínimas también bajas. En el segundo eje influyen positivamente las precipitaciones de todos los meses excepto las de mayo, de influencia nula, y junio y julio, que actúan de forma negativa. En cuanto a las temperaturas, son negativos los factores de carga de las máximas (sobre todo en verano), y positivos los de las mínimas (principalmente en invierno). En el tercer eje las aportaciones de las precipitaciones mensuales son más irregulares; influyen todas positivamente excepto la de julio, cuya aportación es prácticamente nula, pero se destaca la significación de la de junio, seguida de las de mayo, agosto, y septiembre. Las temperaturas contribuyen todas de forma positiva, destacándose claramente las máximas de verano sobre todas las demás, de significación reducida.

En la figura 3.8 se han representado las estaciones en el plano definido por los dos primeros ejes. Mientras que el

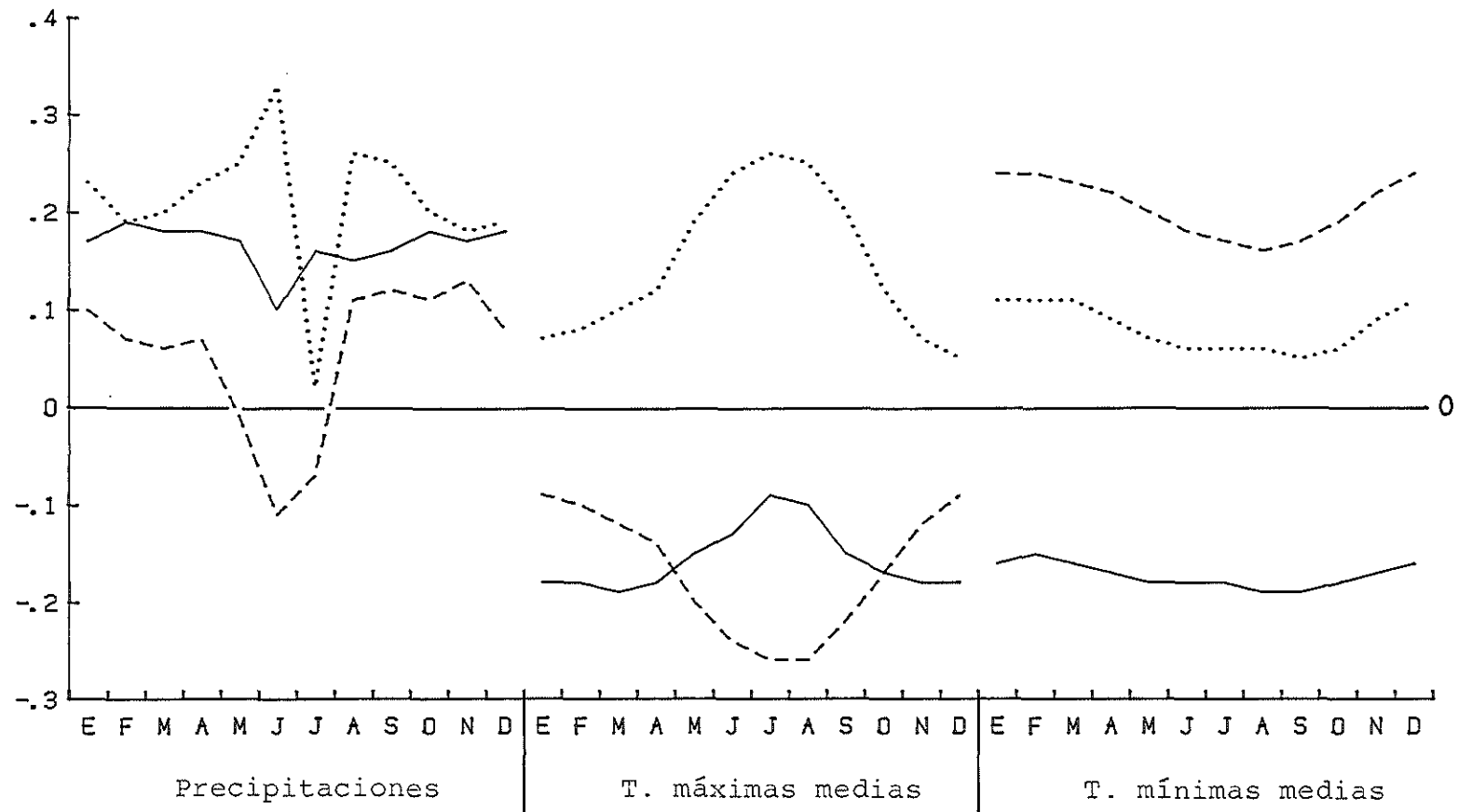


Fig. 3.7.- Factores de carga del cuarto análisis de C.P.  
 — Eje I (64%)    ---- Eje II (18%)    .... Eje III (10%)

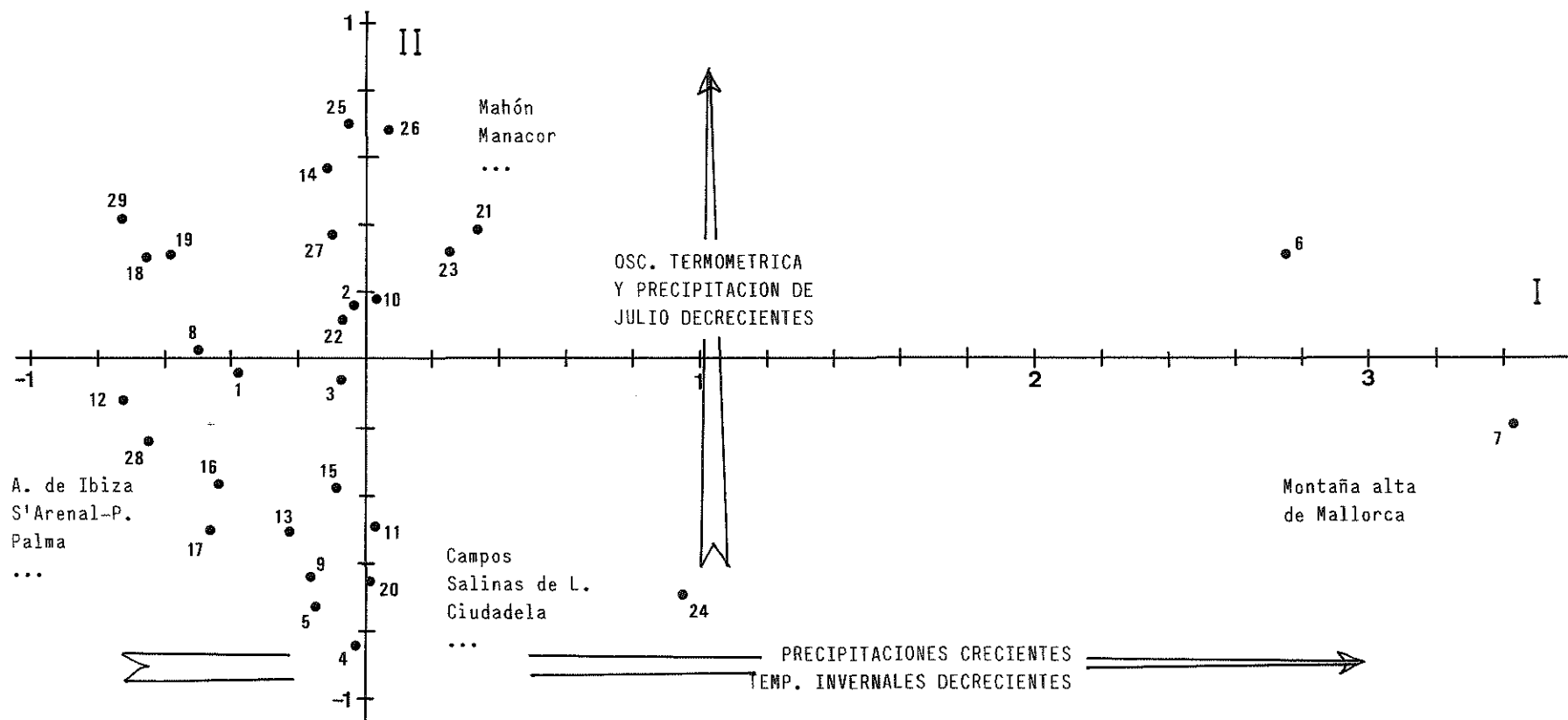


Fig. 3.8.- Representación de las estaciones del cuarto análisis de C.P. en el plano definido por los ejes I y II.

eje I realiza una separación análoga a la del análisis anterior (estaciones de montaña en el extremo positivo, con lluvias altas y temperaturas bajas), el eje II polariza las estaciones en función de su oscilación termométrica diaria (asociada aquí con el mínimo pluviométrico estival), apareciendo las de menor oscilación en el extremo positivo (25, Mahón; 26, Aeropuerto de Mahón; 14, Manacor), y las de mayor contraste térmico en el extremo negativo (4, Campos S.E.; 5, Salinas de Levante; 24, Ciudadela S.E.; ...). Nuevamente se aprecia en este eje la influencia del efecto de "isla de calor" de las aglomeraciones urbanas por la separación impuesta a parejas de estaciones próximas geográficamente como: 13-14 (Manacor S.E.-Manacor), 9-8 (Inca S.E.-Inca), 11-10 (Llucmajor S.E.-Llucmajor), etc.

El tercer eje, de menor entidad y por ello no representado gráficamente, se relaciona con una relativamente elevada precipitación de junio como característica más relevante, de modo similar a como lo hacía el tercer eje del primer análisis (efectuado sólo con las precipitaciones), característica que aparece asociada con máximas estivales altas.

#### 4. RELACION DE LAS VARIABLES CLIMATICAS CON PARAMETROS GEOGRAFICOS

Una vez calculados los datos medios climáticos, tras la recopilación y depuración de los datos de base, resulta de gran interés proceder a cartografiarlos, para obtener las distribuciones espaciales de los elementos de interés. Esto se ha hecho tradicionalmente de forma manual, situando los valores en un mapa, y trazando mediante interpolaciones a estima las isolíneas correspondientes. Más modernamente se han desarrollado métodos de cartografía automática, con los que dados los valores de las variables y sus coordenadas como datos de entrada, un ordenador realiza una interpolación puramente geométrica y da una salida en forma de mapa, con las isolíneas ya trazadas (COLE, 1968; SHEPARD, 1968; GIL y OLIVER, 1978). A pesar de la evidente ventaja que supone la objetividad de este último método, la subjetividad del primero permite tener en cuenta la influencia de accidentes geográficos tales como macizos montañosos, que en el caso de no contar con ningún dato climático en su interior pasan desapercibidos al efectuar la interpolación automática.

Por ello resulta deseable unificar ambos métodos, incorporando a la objetividad del tratamiento automático de los datos las influencias de los factores geográficos, mediante expresiones matemáticas adecuadas. Esta práctica, aunque no muy extendida, está recogida en las recomendaciones dadas por la Organización Meteorológica Mundial para la extrapolación de campos de elementos climáticos (W.M.O., 1981; W.M.O., 1983).

Las siguientes secciones tratan pues del análisis de las relaciones entre las medias mensuales termopluviométricas y diversos factores geográficos, con vistas a la obtención del modelo más adecuado.

## 4.1 Antecedentes

### 4.1.1. Precipitaciones

El factor geográfico que más se ha utilizado en relación con las precipitaciones ha sido la altitud. Su influencia se debe a los movimientos ascensionales que provoca en las masas de aire (que se traducen en condiciones favorables a una mayor condensación y posterior precipitación del vapor de agua que contienen), y por su importancia es tenida en cuenta en las simulaciones realizadas con modelos físico-matemáticos del fenómeno de la precipitación (DUCKSTEIN et al., 1973; COLTON, 1976; HILL y BROWNING, 1979). El número de referencias a este factor es enorme, y así, además de ser citado en los manuales de Climatología (CONRAD y POLLACK, 1962; J.M. JANSÀ, 1969; VIERS, 1975; BARRY, 1981; etc.), aparece, explícita o implícitamente, en todos los trabajos de distribución espacial de la precipitación (CASTILLO, 1981; BUENDIA, 1985; etc.), bien en solitario, bien en compañía de otros factores. Así, SPREEN (1947) realiza correlaciones gráficas con la altitud, pendiente y orientación. RODDA (1962) también emplea, junto a la altitud, la exposición de las pendientes, así como PECK y BROWN (1962), WILLIAMS y PECK (1962), DANARD (1971), BLEASDALE y CHAN (1972), STORR y FERGUSON (1972), y CROMICZ (1972).

En Polonia, MICHNA y PACZOS (1975) relacionan la precipitación y el número de días de lluvia con la altitud, latitud y longitud, si bien muchas veces estas dos últimas variables no aportan ninguna mejora significativa al ajuste obtenido sólo con la altitud.

WOLFSON (1975) realiza un estudio en Israel con las mismas variables, si bien sustituye la longitud geográfica por la distancia al mar (lo que viene a ser lo mismo, dada

la orientación norte-sur de aquel país). Sin embargo no calcula las ecuaciones para la totalidad del territorio estudiado, sino que lo subdivide en regiones fisiográficamente homogéneas. De este modo los resultados que obtiene dependen en gran parte de la zona de aplicación. Así, la latitud le resulta un parámetro significativo cuando la región estudiada presenta una notable dimensión norte-sur, y no en los demás casos.

El trabajo de GOH KIM CHUAN y LOCKWOOD (1974), con datos de unas 200 estaciones pluviométricas de los montes Peninos (Inglaterra), representa una importante contribución, ya que junto a la altitud de la estación, distancia a la cresta de la cordillera, exposición, y diferencia máxima de altitudes en un entorno dado, se ensayan también las altitudes medias de entornos de radios crecientes, calculados a partir de las altitudes de los puntos situados, de km en km, sobre el meridiano y el paralelo de cada estación. La altitud media del entorno de 8 km de radio resulta ser el mejor predictor de las precipitaciones (anuales o mensuales) en los Peninos orientales ( $r^2=0,95$  para las precipitaciones anuales medias), hasta el punto de ser propuesto por estos autores como único parámetro en las ecuaciones de regresión para la estimación de la precipitación. En los Peninos occidentales el ajuste es menor ( $r^2=0,73$ ), pero aun así es el mejor estimador.

Más recientemente en Francia también se ha empleado la altitud media de un entorno (un cuadrado de 10x10 km) en sustitución de la altitud de la estación, junto con la pendiente media del horizonte en tres versiones, según el ángulo considerado: 360°, 180°, y 90°, llegando a realizar cartografías automáticas de diversos aspectos de la precipitación en base a los datos de una red de altitudes de 2,5 km de distancia interpuntual (LABORDE y SANCHEZ, 1980; LABORDE, 1981).

Otro parámetro geográfico propuesto como predictor ha sido la laplaciana de la altitud (HERNANDEZ et al., 1975), calculado como:

$$\nabla^2 h = (h_N + h_S + h_E + h_W - 4 h_0) / d^2$$

siendo  $h_0$  la altitud de la estación, y  $h_N$ ,  $h_S$ ,  $h_E$ , y  $h_W$ , las altitudes de los puntos situados a una distancia "d" de la estación, en las direcciones de los cuatro puntos cardinales. Se pretende con ello tener en cuenta los movimientos verticales de las masas de aire, y al aplicar este parámetro junto con la altitud a diferentes regiones de la Península Ibérica (si bien en algunas emplean 5 ó 6 estaciones tan sólo), obtienen claras mejoras en casi todas ellas, con distancias "d" variables de unas regiones a otras (HERNANDEZ et al., 1976).

La distancia al mar es tenida en cuenta como factor de la precipitación por diversos autores, aunque con efectos contrapuestos según la escala de estudio. En efecto, GROSREY (1974) pone de manifiesto la disminución, de tipo hiperbólico, de la precipitación al aumentar la distancia al mar a lo largo de un eje que partiendo de la costa de Liberia se adentra en dirección nordeste hacia el Sahara. Cabe objetar que en este caso el efecto, más que debido a la creciente distancia al mar, obedece a la fuerte componente latitudinal que hace que las estaciones se vean cada vez más influídas por el cinturón de altas subtropicales causante del escasísimo nivel pluviométrico del Sahara, pero el mismo resultado se ha obtenido en otros estudios con escalas de trabajo del mismo orden (cientos de kilómetros), como el de EGIDO et al. (1981) en la provincia de Salamanca, y así es lógico que suceda si tenemos en cuenta que el mar es la principal fuente de la humedad atmosférica.

No obstante, cuando se reduce la escala de estudio al orden de pocos kilómetros, el efecto es el contrario, aumentando la precipitación al pasar de mar a tierra, como



consecuencia del aumento de la turbulencia, mecánica y térmica, del aire (DANARD, 1976). Partiendo de esta idea A. JANSÅ (1980) propone, para explicar la distribución de la precipitación en islas pequeñas de escaso relieve, un modelo parabólico en función de la distancia a la costa, y lo aplica a la isla de Menorca.

También MISCHENKO (1984) estima que la precipitación anual sobre grandes masas de agua es de un 10 a un 20% menor que sobre tierra.

La influencia de las aglomeraciones urbanas e industriales sobre la precipitación ha sido estudiada por CHANGNON (1969 y 1978), que en un trabajo sobre la distribución espacial de la precipitación en siete zonas urbanas de los Estados Unidos encuentra incrementos de un 5 a un 10% en cantidad de precipitación recogida y número de días de lluvia, y atribuye estos aumentos a tres posibles factores: 1) una mayor cantidad de núcleos de condensación; 2) una mayor turbulencia; y 3) una mayor convección térmica.

Otros estudios sobre el mismo tema son los de HUFF y VOGEL (1978) y SANDERSON y GORSKI (1978) en E.E.U.U., y BORDREUIL (1977) en Francia.

Y por último hay que citar los trabajos de CARBALLEIRA y sus colaboradores (CARBALLEIRA et al., 1981; MOLINA et al., 1983), que adaptando a Galicia los métodos aplicados por WHITE (1979) a Gran Bretaña, ensayan 21 variables topográficas, a las que añaden las transformaciones logarítmicas de 12 de ellas, y obtienen ecuaciones de regresión múltiple que explican un 81% de la varianza de la precipitación anual, y entre un 69 y un 78% de la variación de las mensuales. Las variables con mayor influencia resultan ser la altitud de la estación (no se ensayan altitudes de entorno), lo accidentado del relieve en un radio de 5 km, y la distancia al mar.

#### 4.1.2. Temperaturas

También con las temperaturas ha sido la altitud el factor geográfico más relacionado, tanto en los tratados de Climatología ya reseñados como en multitud de estudios de carácter regional o local, bien como único factor (DICKSON, 1959; HENSON, 1959; DAGET, 1968; CARBALLEIRA et al., 1983; CUADRAT, 1984; etc.), bien con la adición de la latitud y longitud geográficas (HOPKINS, 1968). Y no sólo en relación con la temperatura del aire, sino también con la del suelo (SHANKS, 1956; HARRISON, 1975; GREEN y HARDING, 1979).

ANTHES (1976) centra su atención en el efecto de la altitud sobre las heladas, de cara a las condiciones del tráfico por carretera.

PIELKE y MEHRING (1977) realizan mapas de temperaturas medias mensuales en base a la regresión con la altitud (suavizada), y sugieren extender el método a temperaturas extremas, y mejorarlo mediante la introducción de otras variables topográficas.

LEFFLER (1981) por su parte realiza regresiones lineales entre la altitud y la temperatura y oscilación termométrica medias de ocho cimas montañosas de los Apalaches, con objeto de eliminar en lo posible la influencia de otros factores topográficos.

Pero la relación entre la altitud y las temperaturas mínimas presenta un importante rasgo diferenciador con respecto a las temperaturas máximas, que hacen que con mayor o menor frecuencia, según las condiciones meteorológicas predominantes del lugar, las mínimas de los fondos de los valles sean más bajas que las de las laderas, fenómeno observable mediante las fotografías desde satélites (BRANDLI y ARN, 1976). En estos casos CONRAD y POLLACK (1962) indican que una relación cuadrática puede ser más apropiada para reflejar la dependencia de las mínimas con la altitud, en lugar de la simple relación lineal empleada corrientemente.

La orientación también juega un papel importante en los

valores termométricos que se alcanzan en las laderas, tanto en el aire como en el suelo (GEIGER, 1965; PUIGDEFÁBREGAS y CREUS, 1978; REVUELTA et al., 1978a), debido a las considerables diferencias que se dan en las cantidades de energía solar recibida al variar la orientación de la pendiente (KONDRATYEV, 1977; REVUELTA et al., 1978b; GUIJARRO, 1982), y ello se refleja en la distribución de las especies vegetales (BRAUN-BLANQUET, 1972; HOLLAND y STEYN, 1975; DAJOZ, 1979; DAUBENMIRE, 1979).

Otro factor con influencia en la distribución espacial de las temperaturas es la presencia de núcleos urbanos, en los que debido a la acumulación de materiales con gran capacidad calorífica y al propio desprendimiento de calor procedente de las actividades humanas, aumenta la temperatura media al tiempo que disminuye la oscilación termométrica (SUNDBORG, 1950; DUCKWORTH y SANDBERG, 1954; NKEMDIRIM, 1980).

CARBALLEIRA y colaboradores, en los trabajos citados en el apartado anterior, ensayan el ajuste de las temperaturas máximas y mínimas medias mensuales a las mismas variables que en las precipitaciones, y las ecuaciones que obtienen explican de un 65 a un 86% de la varianza. Las variables que mayor grado de explicación aportan son la altitud, el "estancamiento", la orientación del valle, y la altitud máxima en dirección norte.

## 4.2. Parámetros empleados

### 4.2.1. Elección de los parámetros

En el apartado anterior se ha pasado revista a los diferentes factores geográficos que por su influencia sobre el clima han sido tenidos en cuenta en estudios precedentes. No obstante, cada uno de esos factores admite diferentes parámetros o formas de ser cuantificado: ya se ha visto que el factor altitud se puede considerar puntual o como valor medio de un entorno de radio variable, valor medio que a su vez puede calcularse de diferentes formas. Como algunos de estos parámetros pueden dar relaciones de dependencia claramente mejores que otros, es conveniente considerar varios de ellos para cada factor. No obstante, esto produce un efecto multiplicador en el número de cálculos a realizar que obliga a restringirlos a un mínimo razonable.

Además se ha procurado definir los parámetros de modo que sean calculables a partir de una red de datos de altitud, con objeto de poder encomendar esta tarea a un ordenador. El espaciado de malla elegido ha sido el de 1 km, lo que permite utilizar la red U.T.M. de la cartografía 1:50000 ó 1:25000 empleada en este trabajo.

De este modo se ha llegado a la siguiente lista de factores y parámetros a ensayar, descritos tras su símbolo y unidades de medida:

---- Situación geográfica:

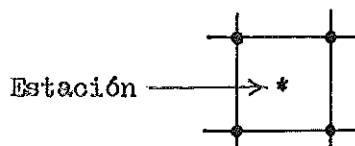
X (km)                      Coordenada U.T.M.

Y (km-4000)                      "                      "

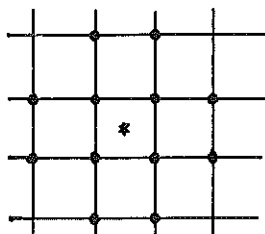
---- Altitud:

A (m) Altitud de la estación.

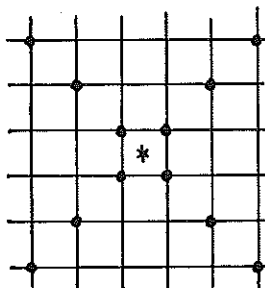
A1 (m) Altitud de una cuadrícula de  $1 \text{ km}^2$  calculada como promedio de los 4 puntos:



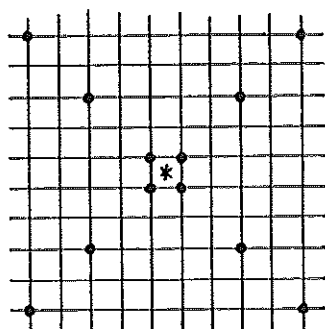
A3 (m) Altitud de un entorno de 3 km de diámetro, calculada como promedio de los 12 puntos:



A7 (m) Id. para 7 km de diámetro:



A13 (m) Id. para 13 km de diámetro:

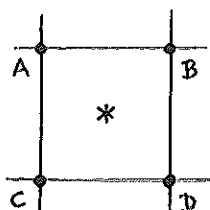


La malla de los diagramas siempre es de 1 km de espacio internodal. En los tres últimos parámetros se ha mantenido constante el número de puntos empleados en el cálculo de la altitud media, ya que un número variable podría interferir

en la mayor o menor bondad que estos parámetros pueden presentar en función del diámetro. La densidad de muestreo de la altitud es mayor en el centro de estos entornos que en su periferia, pero ésto puede considerarse antes como una ventaja que como un inconveniente.

----- Pendiente y orientación:

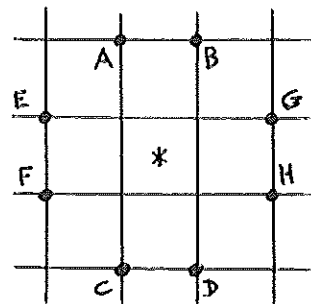
PN1 (%) Pendiente media, a lo largo de 1 km, en dirección norte-sur. Calculada como:  $PN1 = ((A-C)+(B-D)) / 2 / 10 = (A+B-C-D) / 20$ , siendo A, B, C, y D las altitudes en los puntos:



PE1 (%) Id. en dirección este-oeste:

$$PE1 = (B+D-A-C) / 20$$

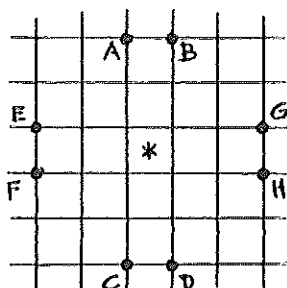
PN3 (%) Pendiente media, a lo largo de 3 km. en dirección norte-sur:  $PN3 = (A+B-C-D) / 60$



PE3 (%) Id. en dirección este-oeste:

$$PE3 = (G+H-E-F) / 60$$

PN5 (%) Pendiente media, a lo largo de 5 km, en dirección norte-sur:  $PN5 = (A+B-C-D) / 100$



PE5 (%) Id. en dirección este-oeste:

$$PE5 = (G+H-E-F) / 100$$

Los cocientes de las expresiones de cálculo se han elegido de forma que el resultado, dando las altitudes en metros, venga dado directamente en tantos por ciento.

---- Relieve:

R3 (m) Irregularidad del terreno en un entorno de 3 km de radio, calculado como desviación típica poblacional de las altitudes de los 12 puntos empleados en el cálculo del parámetro A3.

R7 (m) Análogamente, con los puntos de A7.

R13 (m) Análogamente, con los puntos de A13.

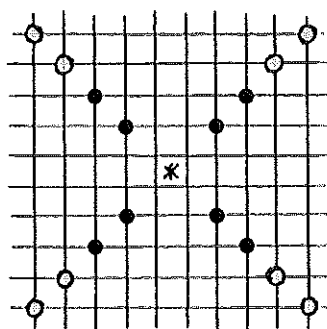
---- Convexidad:

C1 (m) Forma convexa (o cóncava, si el valor es negativo) del terreno, en la cuadrícula de 1 km<sup>2</sup>. Calculado como diferencia entre las altitudes del centro y de la periferia en función de dos parámetros ya definidos:  $C1 = A - A1$ .

C3 (m) Id. para un entorno de 3 km de diámetro:

$$C3 = A1 - A3$$

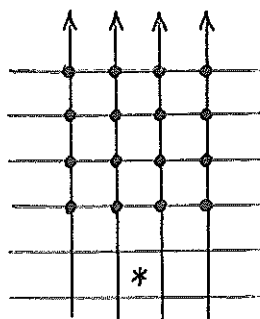
C7 (m) Id. para un entorno de 7 km de diámetro, calculado como:  $C7 = A1 - AM$ , siendo AM la altitud media de los 8 puntos marcados con círculo negro en el diagrama:



Cl3 (m) Id. para un entorno de 13 km de diámetro, calculado como:  $Cl3 = A1 - AM$ , donde ahora AM representa la media de las altitudes de los 8 puntos marcados con un círculo blanco en el diagrama anterior.

---- Apantallamiento:

HN (m) Altitud máxima media hacia el norte. Calculado como la media de las altitudes máximas encontradas, en los puntos de la red de 1 km de malla, en las 4 direcciones:



HW (m) Análogamente hacia el oeste.

Para estos cálculos se consideraran independientemente las áreas de Mallorca, Menorca, e Ibiza-Formentera.

Con objeto de no hacer excesivo el número de parámetros sólo se han considerado estas dos direcciones por ser las componentes más frecuentes de los vientos asociados con la lluvia, como se desprende de la tabla 4.1, elaborada a partir de los datos de precipitaciones medias diarias en diferentes situaciones sinópticas aportados por CLAVERO y RASO (1979).

---- Distancia al mar:

DM (km) Mínima distancia al mar. (Se considera un sector de costa de 1 km, para eliminar las pequeñas irregularidades del contorno de las islas).



Tabla 4.1.- Porcentajes de precipitación en Palma, según la dirección dominante del flujo del aire en superficie.

<u>Dirección del flujo</u>	<u>Precipitación - (%) -</u>
CN (1)	51,8
NW	18,3
NE	12,7
W	6,6
N	4,6
SW	2,5
FV (2)	2,4
E	0,9
SE	0,2
	<hr/> 100,0

(1) Componente norte predominando.

(2) Flojo variable.

DN (km) Distancia al mar hacia el norte. Se calcula como media de las cuatro distancias al mar en las mismas direcciones utilizadas para el parámetro HN.

DW (km) Análogamente, hacia el oeste.

Se han escogido las direcciones norte y oeste por las mismas razones expuestas para el factor anterior.

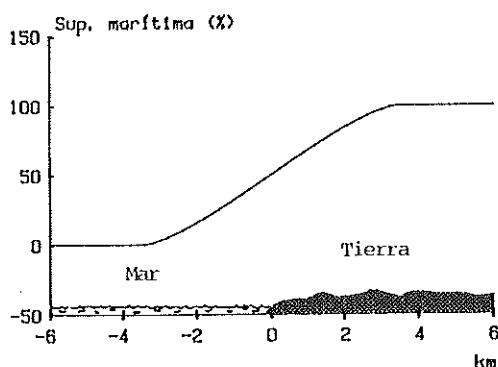
----- Costa:

MR3 (%) Superficie marítima relativa en un entorno de 3 km de diámetro. Se calcula teniendo en cuenta los mismos 12 puntos que para el parámetro A3. Así, si de los 12 puntos del entorno de una determinada estación, 3 corresponden a mar, MR3 adopta el valor:  $(3/12) \cdot 100 = 75\%$ .

MR7 (%) Análogamente, para un entorno de 7 km de diámetro. (Puntos como en A7).

MR13 (%) Análogamente, para un entorno de 13 km de diámetro. (Puntos como en A13).

Con este factor se pretende detectar el posible gradiente costero debido al aumento del rozamiento al pasar del mar a tierra. Definidos los parámetros de este modo, su efecto se restringe a un entorno de la costa, y el hecho de que ésta sea irregular no dificulta el cálculo de los mismos. La función empleada presenta una variación prácticamente lineal en el entorno considerado. En una costa rectilínea, MR7 resulta, en su forma continua:



---- Núcleos urbanos:

UR3 (%) Superficie urbana relativa en un entorno de 3 km de diámetro. Se calcula como MR3, pero teniendo en cuenta el número de puntos que se localizan sobre núcleos urbanos (según la representación que de los mismos se hace en la cartografía empleada).

No se han empleado parámetros análogos para entornos de diámetros mayores (UR7, UR13) por no existir grandes metrópolis en el territorio estudiado.

---- Parámetros adicionales:

A los parámetros anteriores, elegidos para ser relacionados tanto con precipitaciones como con temperaturas, se han añadido otros tres para ser aplicados a temperaturas exclusivamente, por tener en cuenta el entorno próximo de la estación. Estos son:

PN (%) Pendiente media, a lo largo de 200 m, en dirección norte-sur.

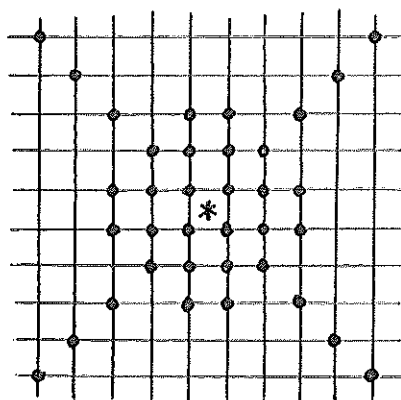
PE (%) Id. en dirección este-oeste.

UL (Hm) Distancia mínima desde la estación hasta el límite del casco urbano, para estaciones situadas en el interior de pueblos o ciudades. (En los demás casos se le da el valor cero). Se pretende tener en cuenta el efecto "isla de calor".

#### 4.2.2. Cálculo de los parámetros para cada estación

Una vez escogidos los parámetros a relacionar, se ha procedido al cálculo de los mismos para cada estación pluviométrica (29 parámetros) y termométrica (32

parámetros). Para ello se han transcrito a papel cuadriculado los valores de altitud del entorno de cada estación, leídos de los mapas con ayuda de una plantilla. En total se han leído y anotado 36 altitudes puntuales para cada entorno, distribuidos así:



Además se han anotado también las altitudes máximas y distancia al mar hacia el norte y oeste. Las distancias mínimas al mar se han obtenido de los mapas de las figuras 2.1 y 2.10.

Los diferentes parámetros de entorno han sido calculados posteriormente a partir de estos datos, y los valores obtenidos aparecen relacionados en las tablas 4.2 y 4.3. En la tabla 4.4 se ofrece un resumen de estos valores (media, desviación típica, y valores extremos).

Tabla 4.2.- Valores que adquieren los parámetros geográficos (exceptuando X, Y, y A) en las 109 estaciones pluviométricas.

Est.	A1	A3	A7	A13	PN1	PE1	PN3	PE3	PN5
- - -	m	m	m	m	- %	- - %	- % -	%	- - %
1	382	388	421	436	4,5	-1,5	1,9	-2,8	6,9
2	194	185	221	256	2,2	-4,2	1,2	-1,3	1,3
3	10	10	17	32	-0,2	0,4	-0,1	0,8	0,0
4	120	76	66	52	-14	16	-5,7	0,8	-1,9
5	197	196	194	191	-2,4	1,2	-1,7	0,2	-1,4
6	163	165	166	174	-1,4	0,6	-1,2	0,6	-1,0
7	151	123	91	110	8,8	13	5,5	0,3	4,1
8	316	332	274	255	5,2	11	9,3	1,2	9,4
9	121	121	148	156	2,2	-3,2	0,8	-1,4	0,3
10	234	194	219	146	-21	6,2	-9,8	7,2	-5,3
11	191	186	189	136	12	1,8	4,4	1,6	3,6
12	118	178	158	141	-20	3,5	-18	9,8	-12
13	256	288	339	349	-3,8	0,2	4,0	10	5,1
14	241	312	432	419	-0,2	-4,8	2,5	-6,8	9,2
15	589	636	520	412	-7,8	-18	11	-2,4	5,8
16	576	559	550	485	-17	6,6	4,3	4,8	6,0
17	635	647	567	555	11	-8,0	11	-5,4	5,5
18	194	208	213	270	-6,3	-9,5	5,9	-2,9	6,3
19	518	555	537	379	31	-16	11	-7,7	8,0
20	388	380	375	356	16	-1,0	6,5	2,2	13
21	110	133	148	143	5,1	2,6	4,4	2,1	4,1
22	9	8	22	14	1,8	-1,8	0,8	-0,1	0,6
23	20	45	64	54	3,8	-0,8	4,2	-2,4	5,2
24	166	186	289	225	4,4	-11	7,8	-4,7	9,8
25	22	24	32	45	0,8	-0,5	0,5	-0,3	0,5
26	24	26	34	50	0,9	-0,3	0,6	-0,3	0,7
27	21	22	23	29	0,4	-0,2	0,5	-0,3	0,5
28	8	15	15	20	-1,0	0,6	-0,8	0,9	-0,2
29	15	7	28	32	3,0	-3,0	0	-0,3	0
30	31	33	53	36	-3,4	-5,8	-0,1	-3,0	0,1
31	125	172	259	201	-14	14	-7,9	13	-14
32	616	611	643	603	-16	9,8	-15	-2,2	-8,3
33	362	397	410	334	0,6	-3,6	-1,8	-1,1	-9,2
34	565	622	470	458	22	9,0	9,6	-6,1	0,8
35	508	536	569	462	-9,5	4,5	-8,3	-2,7	-5,3

(Continuación tabla 4.2)

Est.	A1	A3	A7	A13	PN1	PE1	PN3	PE3	PN5
-	m	m	m	m	%	%	%	%	%
36	738	812	768	606	7,5	3,5	-9,2	2,6	-7,2
37	284	311	346	281	3,8	-1,2	4,4	0,2	2,5
38	113	117	131	125	-2,2	2,6	-1,2	0,4	-1,2
39	0	4	10	21	0,0	0,0	0,1	-0,8	0,4
40	264	368	283	282	-5,8	9,2	-18	8,2	-9,4
41	728	746	625	529	1,5	26	-2,3	18	-3,4
42	122	127	130	145	0,2	-1,6	1,5	-1,1	0,6
43	143	144	157	162	1,2	0,6	1,4	0,6	1,4
44	21	23	33	42	-0,8	3,2	-0,7	1,7	-0,7
45	20	27	18	19	4,0	4,0	3,0	1,0	2,0
46	88	91	91	95	-1,2	0,8	-1,0	0,6	-1,0
47	102	104	103	91	-1,1	0,0	-1,4	0,8	-1,0
48	140	136	136	132	-2,4	-0,1	-3,5	2,9	-2,0
49	70	83	81	99	1,5	-0,4	1,2	0,0	1,0
50	385	483	441	423	17	7,0	6,1	-5,5	8,5
51	118	120	136	142	1,4	0,4	1,7	1,2	1,8
52	124	122	109	93	-0,9	1,7	1,6	2,8	1,5
53	7	10	14	37	1,4	0,4	0,9	0,1	0,8
54	30	31	32	38	1,3	0,2	1,2	-0,5	1,1
55	13	13	15	27	0,4	0,1	0,3	0,1	0,4
56	108	107	146	163	3,0	0,0	1,2	-1,2	2,1
57	6	9	26	54	1,2	-1,2	1,2	-0,1	0,5
58	1	18	18	43	0,2	-0,2	0,8	-2,5	0,8
59	33	33	33	41	0,8	-0,4	0,9	-0,4	0,9
60	75	76	78	95	-2,2	6,4	-0,8	3,6	-0,3
61	95	84	94	103	-0,1	-0,1	-0,4	0,3	-0,5
62	92	94	99	105	-2,0	3,8	-2,3	2,9	-1,9
63	56	70	122	151	-0,4	-1,6	-0,7	-2,2	4,3
64	18	53	43	32	3,6	1,9	6,6	1,6	2,7
65	151	210	260	234	7,2	-4,8	0,2	-0,4	-3,2
66	50	17	30	17	-10	-10	0,0	0,0	0,0
67	6	7	11	31	-0,3	-0,7	-0,2	-0,6	-0,3
68	168	246	270	253	14	8,8	5,6	-0,7	1,2
69	119	125	138	132	0,3	-0,5	1,0	-0,7	0,8
70	24	25	32	49	-1,1	-0,2	-0,6	-0,4	-0,3

(Continuación tabla 4.2)

Est.	A1	A3	A7	A13	PN1	PE1	PN3	PE3	PN5
-	--- m	m	m	-m	%	%	%	%	%
71	526	574	464	384	-3,2	-11	11	-7,3	7,1
72	431	358	367	370	11	2,2	2,6	2,3	3,2
73	256	307	389	299	-0,8	-6,2	-0,5	-6,1	0,4
74	216	306	345	262	-0,8	-1,2	-4,5	2,0	4,4
75	399	361	349	332	7,8	3,8	4,6	5,8	4,6
76	12	12	20	20	0,5	0,1	0,3	0,4	0,2
77	106	104	105	110	-1,6	-0,6	-0,2	0,0	-0,4
78	147	136	142	134	2,6	-1,6	0,0	0,7	-0,6
79	138	139	137	132	0,8	-2,0	1,3	0,7	-0,3
80	140	141	140	166	-1,2	-1,0	-0,3	-0,2	0,0
81	195	198	224	215	5,5	0,0	4,3	-1,5	4,6
82	50	50	54	54	0,6	0,3	0,5	-0,2	0,7
83	111	102	111	94	3,2	-1,8	1,5	-2,1	2,9
84	9	6	11	10	1,8	1,4	0,6	0,1	0,5
85	258	273	318	367	8,4	-4,4	8,0	-8,6	4,7
86	129	127	127	124	-0,8	1,8	0,0	-0,7	-0,1
87	64	155	268	354	-7,2	3,8	-7,8	-0,8	-8,9
88	40	53	41	93	-0,2	-0,1	-4,7	1,9	-2,8
89	54	63	20	57	-11	-1,8	-6,6	2,5	-3,5
90	88	91	79	12	-5,5	-6,5	-0,7	-2,0	0,5
91	378	380	366	316	2,8	3,6	-8,9	11	-8,9
92	206	235	273	221	8,2	-3,8	7,6	-1,5	4,2
93	42	14	25	15	8,5	8,5	0,0	0,0	0,0
94	28	29	30	32	0,6	1,2	0,7	1,0	0,6
95	1	2	2	3	0,2	0,2	0,2	0,1	0,2
96	8	9	13	17	0,8	-0,2	0,8	0,2	0,7
97	38	39	40	32	-3,0	-3,0	-1,2	-1,5	-0,1
98	0	3	6	8	0,0	0,0	0,0	-0,7	0,0
99	13	13	13	17	-0,8	-2,6	-0,6	-1,2	0,0
100	66	70	62	48	0,4	-0,7	-0,2	-0,8	-0,3
101	19	7	6	8	-3,8	2,4	0,0	-0,1	-0,2
102	58	61	53	42	0,5	-0,8	-0,1	-0,8	0,2
103	0	0	6	11	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4
104	13	27	29	44	0,9	-1,4	-0,3	-2,3	0,8
105	0	2	8	23	0,0	0,0	0,1	-0,2	0,5
106	2	1	2	7	-0,5	-0,5	0,0	0,0	0,0
107	16	17	32	44	1,0	0,0	1,2	-0,4	1,1
108	30	42	24	14	6,0	-6,1	1,8	-4,4	0,0
109	0	2	3	4	-0,1	-0,1	-0,3	0,0	-0,9

(Continuación tabla 4.2)

Est.	PE5	R3	R7	R13	C1	C3	C7	C13	HN
-	%	m - -	m	-m	m -	m	m -	m - -	m -
1	-1,0	109	148	228	-122	-6	-59	-121	1010
2	-2,3	25	90	154	-24	9	-41	-100	1142
3	1,5	11	39	61	-3	0	-11	-25	152
4	0,0	98	96	88	24	44	80	107	225
5	0,0	21	30	38	-3	1	4	3	751
6	0,8	14	35	58	-1	-2	-4	-15	950
7	-1,6	82	77	94	-46	28	90	55	584
8	-2,2	126	137	196	-81	-16	64	126	644
9	-0,8	22	50	47	-6	0	-41	-54	372
10	4,8	135	143	121	46	40	22	140	117
11	-0,2	60	72	91	-21	5	3	103	319
12	3,6	206	211	156	-28	-60	-61	-48	0
13	0,4	125	203	229	-29	-32	-125	-128	795
14	-0,6	108	243	317	-43	-71	-287	-197	795
15	-1,6	196	209	230	-89	-47	103	329	618
16	-4,8	105	187	228	-91	17	38	225	1050
17	-9,5	151	187	222	-95	-12	101	68	1070
18	-0,9	90	97	205	-39	-14	-28	-144	815
19	-3,6	226	222	199	-158	-37	-28	259	798
20	-2,8	131	192	237	-158	8	19	11	881
21	0,4	64	73	98	5	-23	-56	-44	768
22	0,0	17	44	29	11	1	-19	1	715
23	-0,8	61	93	62	-5	-25	-66	-50	642
24	-7,6	93	195	207	-46	-20	-185	-67	595
25	-0,4	7	17	32	-2	-2	-15	-42	408
26	-0,2	8	21	35	-4	-2	-15	-43	322
27	-0,3	6	9	23	-1	-1	-3	-15	499
28	0,9	14	16	21	-3	-7	-11	-19	394
29	-0,6	17	61	60	55	8	-20	-2	0
30	-1,1	40	70	48	-21	-2	-33	-6	101
31	12	179	276	233	5	-47	-201	-54	22
32	-2,2	171	300	311	-1	5	-41	78	601
33	-12	113	166	219	20	-35	-71	30	446
34	-4,2	146	200	249	-35	-57	143	131	644
35	-2,2	114	236	281	-13	-28	-91	95	749



(Continuación tabla 4.2)

Est.	PE5	R3	R7	R13	C1	C3	C7	C13	HN
	%	m	m	m	m	m	m	m	m
36	-0,5	164	140	237	-143	-74	-46	291	785
37	-2,5	61	201	207	-94	-27	-93	46	502
38	1,2	22	71	71	2	-4	-27	-22	221
39	-0,8	9	21	37	17	-4	-15	-37	401
40	13	214	210	256	-104	-104	-29	-29	112
41	5,1	219	313	328	-93	-18	154	400	778
42	-1,1	21	38	101	13	-5	-11	-40	822
43	0,5	15	50	69	-18	-1	-21	-59	845
44	1,2	21	34	49	9	-2	-18	-37	905
45	0,5	40	33	34	65	-7	3	0	1125
46	0,8	13	13	20	-8	-3	-4	-8	198
47	0,0	18	19	21	-2	-2	-1	20	244
48	2,3	47	32	32	5	4	6	24	169
49	-1,1	21	21	68	10	-13	-17	-43	364
50	-7,1	150	190	208	-115	-98	-84	-4	1035
51	0,5	20	40	58	4	-2	-27	-29	925
52	1,5	38	37	42	26	2	22	54	940
53	-0,3	10	18	78	5	-3	-11	-49	888
54	-0,7	14	20	32	5	-1	-3	-28	909
55	0,1	3	7	27	-8	0	-3	-29	956
56	-1,1	26	84	111	22	1	-57	-71	728
57	-0,9	22	58	117	-3	-3	-30	-70	705
58	-1,1	31	32	100	4	-17	-26	-71	851
59	-0,2	10	21	39	2	0	0	-14	822
60	2,5	41	45	59	-13	-1	-5	-50	1049
61	-0,3	11	18	28	25	11	2	-16	172
62	2,1	41	66	74	5	-2	-10	-13	70
63	-3,1	30	100	168	-1	-14	-99	-136	434
64	-0,8	89	76	60	-15	-35	-37	-34	199
65	-2,6	126	175	241	-56	-59	-163	-123	510
66	0,0	58	71	58	100	33	29	50	0
67	-0,8	7	10	62	-1	-1	-8	-47	191
68	-5,0	137	161	217	-43	-78	-153	-202	544
69	-0,7	13	39	41	1	-6	-29	-3	372
70	-0,6	9	19	31	1	-1	-12	-56	405

(Continuación tabla 4.2)

Est.	PE5	R3	R7	R13	C1	C3	C7	C13	HN
	%	m	m	m	m	m	m	m	m
71	5,8	137	131	205	9	-48	94	252	666
72	0,1	89	137	210	-1	73	96	66	789
73	-2,2	76	146	179	9	-51	-199	20	758
74	-4,4	106	117	114	24	-90	-194	-66	720
75	3,7	113	149	208	81	38	75	36	700
76	1,2	6	18	23	-2	0	-12	-8	324
77	-0,4	7	11	19	4	2	2	-7	778
78	0,5	19	33	31	-12	11	7	21	262
79	0,5	19	28	30	-8	-1	2	11	279
80	0,2	15	24	98	-5	-1	0	-73	940
81	-0,8	55	114	123	0	-3	-43	2	958
82	-0,3	5	13	22	0	0	-5	-5	213
83	-1,7	31	31	42	9	9	-1	40	255
84	0,0	12	19	18	-2	3	-2	-3	249
85	-6,8	126	215	261	-68	-15	-91	-210	782
86	-0,7	13	31	38	6	2	4	6	202
87	3,4	122	280	351	-24	-91	-307	-434	345
88	4,3	59	59	200	-25	-13	-1	-86	10
89	2,6	77	42	131	76	-9	51	-8	0
90	-2,6	40	58	66	-8	-3	13	14	332
91	11	197	215	171	-4	-2	18	153	331
92	-2,2	89	147	118	-26	-29	-100	-6	794
93	0,0	49	57	50	63	28	26	42	30
94	0,6	11	14	24	-1	-1	-3	-6	85
95	0,0	4	3	7	6	-1	-1	-4	62
96	0,4	9	12	23	-3	-1	-9	-17	59
97	-1,1	24	24	26	10	-1	-3	-1	64
98	-0,6	12	14	20	12	-3	-9	-9	0
99	-0,9	17	18	24	-3	0	0	-10	74
100	-0,7	9	24	39	1	-4	6	24	79
101	0,0	18	18	18	66	12	19	16	0
102	-0,7	9	16	31	3	-3	7	36	63
103	0,0	0	17	26	20	0	-8	-16	48
104	-3,6	30	35	56	-1	-14	-25	-49	210
105	-0,2	4	18	39	15	-2	-12	-49	190
106	0,0	3	6	16	43	1	0	-10	0
107	-1,5	14	41	62	-1	-1	-24	-47	304
108	-2,8	62	47	36	75	-12	10	30	205
109	0,1	4	5	7	3	-2	-4	-6	254

(Continuación tabla 4.2)

Est.	HW	DM	DN	DW	MR3	MR7	MR13	UR3
	m	km	km	km	% -	% -	%	% -
1	952	11	13	18	0	0	0	0
2	615	15	18	26	0	0	0	0
3	859	1	1,2	22	16,7	41,7	41,7	0
4	750	1	0,8	1,8	41,7	41,7	50,0	0
5	402	14	37	26	0	0	0	0
6	399	13	34	32	0	0	0	0
7	202	2	10	6,5	0	8,3	16,7	0
8	374	4	5,5	8,2	0	0	8,3	0
9	582	8	9,5	71	0	0	0	0
10	962	2	2	18	0	16,7	25,0	0
11	838	5	6,5	53	0	0	16,7	0
12	40	0	0,5	0,8	41,7	41,7	41,7	0
13	596	9	12	14	0	0	0	0
14	671	7	10	11	0	0	0	0
15	852	5	7,2	7,0	0	0	8,3	0
16	996	9	12	14	0	0	0	0
17	912	8	10	13	0	0	0	0
18	658	8	12	15	0	0	0	0
19	850	5	8	8	0	0	8,3	0
20	585	6	9	10	0	0	8,3	0
21	262	5	13	13	0	0	16,7	0
22	34	0	13	1,5	75,0	75,0	75,0	0
23	188	0	19	10	33,3	33,3	25,0	0
24	1035	10	11	22	0	0	0	0
25	130	9	56	24	0	0	0	8,3
26	133	10	55	24	0	0	0	8,3
27	112	5	57	20	0	0	8,3	0
28	14	2	64	3,5	0	8,3	16,7	0
29	781	0	0,5	77	75,0	75,0	66,7	8,3
30	669	0	2,5	77	33,3	33,3	41,7	8,3
31	115	0	0,8	1,2	33,3	25,0	25,0	0
32	768	4	4,2	8,5	0	0	8,3	0
33	735	3	3,8	6,5	0	0	16,7	0
34	675	3	3,8	7,2	0	8,3	8,3	0
35	905	5	7,2	13	0	0	8,3	0

(Continuación tabla 4.2)

Est.	HW	DM	DN	DW	MR3	MR7	MR13	UR3
- - -	m	km	- km	km	- %	- %	%	%
36	1058	6	6,5	11	0	0	0	0
37	612	4	4,8	8,0	0	0	8,3	0
38	169	11	33	36	0	0	0	8,3
39	218	0	8,8	11	75,0	66,7	66,7	8,3
40	285	2	1,8	2,8	0	16,7	16,7	0
41	479	4	5,0	8,0	0	0	8,3	0
42	854	17	19	28	0	0	0	16,7
43	144	12	44	13	0	0	0	8,3
44	52	1	36	1,0	25,0	25,0	25,0	0
45	0	0	27	0,2	66,7	75,0	75,0	0
46	414	10	20	60	0	0	0	25,0
47	397	9	19	60	0	0	0	8,3
48	698	10	11	66	0	0	0	0
49	422	7	18	73	0	0	0	0
50	950	10	11	18	0	0	0	0
51	710	11	20	25	0	0	0	0
52	650	9	24	31	0	0	0	0
53	398	0	23	13	25,0	41,7	41,7	50,0
54	430	2	21	26	0	0	8,3	58,3
55	384	4	30	13	0	0	8,3	0
56	705	7	14	19	0	0	0	0
57	306	0	22	11	75,0	66,7	58,3	0
58	391	0	22	12	50,0	50,0	58,3	25,0
59	435	3	22	27	0	8,3	16,7	33,3
60	414	9	32	33	0	0	0	0
61	725	13	22	57	0	0	0	0
62	622	5	5,2	62	0	0	0	0
63	699	4	5,5	12	0	0	8,3	0
64	525	0	2,8	3,0	41,7	50,0	41,7	0
65	752	4	4,8	12	0	0	8,3	0
66	112	0	0,0	0,2	91,7	83,3	91,7	0
67	730	1	6,5	21	33,3	25,0	33,3	0
68	755	4	4,5	9,5	0	0	8,3	0
69	380	18	46	24	0	0	0	0
70	981	9	18	32	0	0	0	8,3

(Continuación tabla 4.2)

Est.	HW	DM	DN	DW	MR3	MR7	MR13	UR3
- -	m -	km	km -	km -	- %	- %	% -	- %
71	672	4	4,8	6,2	0	0	8,3	0
72	542	6	8,5	12	0	0	0	0
73	749	6	8,0	11	0	0	8,3	0
74	620	8	9,2	14	0	0	0	0
75	530	6	8,2	11	0	0	0	0
76	7	2	69	2,5	8,3	16,7	25,0	0
77	789	19	27	39	0	0	0	0
78	428	21	38	59	0	0	0	0
79	406	22	38	59	0	0	0	0
80	788	13	21	27	0	0	0	0
81	698	13	18	22	0	0	0	0
82	64	3	50	17	0	0	8,3	0
83	130	5	42	34	0	0	8,3	0
84	0	0	55	0,5	58,3	66,7	66,7	0
85	899	11	13	21	0	0	0	0
86	745	18	31	49	0	0	0	0
87	489	4	5,8	6,0	0	0	8,3	0
88	60	0	0,8	1,0	33,3	41,7	50,0	0
89	0	0	0,2	0,5	50,0	66,7	66,7	0
90	700	3	17	83	0	8,3	16,7	0
91	193	1	2,5	2,2	8,3	16,7	16,7	0
92	652	7	9,2	12	0	0	0	0
93	0	0	0,2	0,0	91,7	75,0	83,3	0
94	33	3	5,5	4,2	0	8,3	25,0	8,3
95	0	0	4,8	0,0	75,0	75,0	75,0	0
96	10	0	5,0	1,0	41,7	33,3	41,7	0
97	117	1	8,2	15	16,7	8,3	25,0	8,3
98	221	0	0,0	19	91,7	83,3	83,3	0
99	88	0	0,8	15	50,0	58,3	58,3	0
100	89	4	14	10	0	8,3	25,0	0
101	1	0	0,2	0,2	75,0	83,3	66,7	0
102	78	4	13	8,2	0	0	25,0	0
103	2	0	0,0	0,8	100	83,3	83,3	0
104	358	1	19	18	0	16,7	16,7	0
105	341	0	21	20	75,0	66,7	58,3	8,3
106	0	0	0,0	0,0	91,7	83,3	75,0	0
107	245	2	22	8,2	0	16,7	25,0	0
108	137	0	1,2	4,2	58,3	66,7	75,0	0
109	4	2	0,0	0,8	66,7	58,3	66,7	0

Tabla 4.3.- Valores que adquieren los parámetros geográficos (exceptuando X, Y, y A) en las 34 estaciones termométricas.

Est.	A1	A3	A7	A13	PN1	PE1	PN3	PE3	PN5
-	m-	m	m	m	%	%	%	%	%
1	25	24	53	38	2,0	3,5	1,4	1,4	0,2
2	256	288	339	349	-3,8	0,2	4,0	10	5,1
3	292	290	348	357	2,5	7,5	4,0	9,8	5,3
4	805	619	641	583	-5,5	2,5	-1,7	6,8	-6,0
5	24	26	34	50	0,9	-0,3	0,6	-0,3	0,7
6	8	15	15	20	-1,0	0,6	-0,8	0,9	-0,2
7	508	536	569	462	-9,5	4,5	-8,3	-2,7	-5,3
8	960	904	868	689	25	-19	10	-4,8	-4,2
9	122	127	130	145	0,2	-1,6	1,5	-1,1	0,6
10	107	109	111	123	0,4	-1,4	0,8	-1,2	1,1
11	143	144	157	162	1,2	0,6	1,4	0,6	1,4
12	166	167	192	180	1,9	0,9	2,0	1,0	2,8
13	27	26	37	47	-1,4	3,4	-0,7	1,6	-0,7
14	72	72	94	109	-0,2	0,8	-0,3	0,6	-0,6
15	85	89	91	94	-1,1	0,7	-0,8	0,5	-1,1
16	35	37	38	44	0,8	0,1	0,9	0,2	0,8
17	124	122	109	93	-0,9	1,7	1,6	2,8	1,5
18	49	51	50	54	0,8	0,6	0,8	0,3	0,9
19	48	46	47	48	-1,4	1,8	-1,0	1,6	-1,1
20	7	10	14	37	1,4	0,4	0,9	0,1	0,8
21	25	28	29	34	1,0	0,4	1,3	-0,6	1,0
22	13	13	15	27	0,4	0,1	0,3	0,1	0,4
23	18	53	43	32	3,6	1,9	6,6	1,6	2,7
24	64	155	268	354	-7,2	3,8	-7,8	-0,8	-8,9
25	89	168	263	349	-12	0,2	-8,4	1,3	-9,4
26	28	29	30	32	0,6	1,2	0,7	1,0	0,6
27	38	39	40	32	-3,0	-3,0	-1,2	-1,5	-0,1
28	82	80	74	69	0,3	-1,2	0,2	-0,5	0,4
29	92	104	98	90	-3,5	1,5	-3,0	2,0	-2,2
30	58	61	53	42	0,5	-0,8	-0,1	-0,8	0,2
31	13	27	29	44	0,9	-1,4	-0,3	-2,3	0,8
32	2	11	42	63	0,5	0,5	0,6	0,3	-1,0
33	16	17	32	44	1,0	0,0	1,2	-0,4	1,1
34	37	36	34	42	6,4	-5,0	1,4	-1,3	0,2

(Continuación tabla 4.3)

Est.	PE5	R3	R7	R13	C1	C3	C7	C13	HN	HW
	%	- m - -	m	m	m	- - m - -	- m	- m	m	m
1	0,5	27	105	97	-13	1	-43	-2	171	840
2	0,4	125	203	229	-29	-32	-125	-128	795	596
3	1,0	119	208	231	-70	2	-83	-95	791	560
4	-0,6	222	190	277	225	186	246	411	515	928
5	-0,2	8	21	35	-4	-2	-15	-43	322	133
6	0,9	14	16	21	-3	-7	-11	-19	394	14
7	-2,2	114	236	281	-13	-28	-91	95	749	905
8	1,4	201	171	339	-110	56	138	618	968	850
9	-1,1	21	38	101	13	-5	-11	-40	822	854
10	-0,7	15	23	67	-2	-2	-6	-29	798	740
11	0,5	15	50	69	-18	-1	-21	-59	845	144
12	0,6	22	95	97	-4	-1	-39	1	800	155
13	1,2	21	34	48	8	1	-15	-33	970	58
14	0,5	7	35	41	5	0	-32	-47	249	428
15	0,8	12	15	20	-5	-4	-9	-14	204	400
16	0,1	10	17	34	0	-2	-5	-15	792	425
17	1,5	38	37	42	26	2	22	54	940	650
18	0,4	11	22	42	1	-2	-2	-9	812	520
19	0,5	22	19	23	7	2	2	2	240	955
20	-0,3	10	18	78	5	-3	-11	-49	888	398
21	-0,7	16	23	32	15	-3	-5	-24	898	401
22	0,1	3	7	27	-8	0	-3	-29	956	384
23	-0,8	89	76	60	-15	-35	-37	-34	199	525
24	3,4	122	280	351	-24	-91	-307	-434	345	489
25	5,5	130	275	340	-49	-79	-261	-400	355	491
26	0,6	11	14	24	-1	-1	-3	-6	85	33
27	-1,1	24	24	26	10	-1	-3	-1	64	117
28	-0,3	8	14	30	-1	2	12	29	88	82
29	-0,2	40	30	37	-29	-12	-8	8	92	194
30	-0,7	9	16	31	3	-3	7	36	63	78
31	-3,6	30	35	56	-1	-14	-25	-49	210	358
32	0,3	14	63	79	3	-9	-60	-91	88	32
33	-1,5	14	41	62	-1	-1	-24	-47	304	245
34	-0,8	41	36	40	-17	1	4	-13	324	146

(Continuación tabla 4.3)

Est.	DM	DN	DW	MR3	MR7	MR13	UR3	PN	PE	UL
	km	km	km	%	%	%	%	%	%	Hm
1	1	3,0	15	25,0	41,7	41,7	0	3	2	0
2	9	12	14	0	0	0	0	-2	-2	1
3	9	12	15	0	0	0	0	4	-4	0,5
4	6	8,0	10	0	0	8,3	0	-10	3	0
5	10	55	24	0	0	0	8,3	0	0	0
6	2	64	3,5	0	8,3	16,7	0	0	0	0
7	5	7,2	13	0	0	8,3	0	14	0	0,5
8	5	6,0	8,0	0	0	8,3	0	10	-2	0
9	17	19	28	0	0	0	16,7	3	-3	2,5
10	18	20	29	0	0	0	8,3	0	-2	0
11	12	44	13	0	0	0	8,3	2	1	2
12	13	44	14	0	0	0	8,3	3	0	0
13	0	37	1,0	16,7	16,7	16,7	0	-2	4	1
14	13	20	65	0	0	0	8,3	0	0	0
15	10	20	60	0	0	0	25,0	1	1	4
16	4	23	29	0	0	8,3	0	1	0	0,5
17	9	24	31	0	0	0	0	0	0	0,5
18	6	23	30	0	0	8,3	0	0	0	0
19	9	22	38	0	0	0	8,3	-1	3	2
20	0	23	13	25,0	41,7	41,7	50,0	2	0	3
21	15	21	20	0	8,3	16,7	58,3	2	0	3
22	4	30	13	0	0	8,3	0	0	0	0
23	0	2,8	3,0	41,7	50,0	41,7	0	0	0	0
24	4	5,8	6,0	0	0	8,3	0	-6	5	1
25	4	6,0	6,0	0	0	8,3	0	-6	2	2
26	3	5,5	4,2	0	8,3	25,0	8,3	0	2	1
27	1	8,2	15	16,7	8,3	25,0	8,3	-1	-2	2
28	4	14	8,0	0	0	8,3	0	0	-1	0
29	6	8,0	23	0	0	0	0	0	7	0
30	4	13	8,2	0	0	25,0	0	0	0	1
31	1	19	18	0	16,7	16,7	0	0	-1	0
32	0	3,0	2,0	41,7	41,7	41,7	8,3	1	0	1
33	2	22	8,2	0	16,7	25,0	0	1	0	0
34	0	14	21	25,0	25,0	25,0	0	10	-6	1



Tabla 4.4.- Medias, desviaciones típicas, y valores máximo y mínimo de los parámetros geográficos empleados.

Parámetros		Precipitaciones				Temperaturas			
Nº	Símbolo	m	s	Máx.	-Mín	m	s	Máx	Mín
1	X	492	49	611,8	345,3	489	63	607,8	352,7
2	Y	387	28	438,4	280,6	384	32	428,8	304,6
3	A	146	155	635	3	128	228	1030	3
4	A1	156	178	738	0	131	216	960	2
5	A3	166	188	812	0	133	194	904	10
6	A7	170	177	768	2	147	198	868	14
7	A13	160	154	606	3	145	172	689	20
8	PN1	0,64	7,26	31	-21	0,05	5,67	25	-12
9	PE1	0,34	5,75	26	-18	0,17	4,05	7,5	-19
10	PN3	0,42	5,03	11	-18	0,23	3,54	10	-8,4
11	PE3	0,08	3,97	18	-11	0,77	2,98	10	-4,8
12	PN5	0,61	4,27	13	-14	-0,36	3,19	5,3	-9,4
13	PE5	-0,36	3,33	13	-12	0,16	1,53	5,5	-3,6
14	R3	60,1	59,9	226	0	46,6	57,5	222	3
15	R7	85,5	79,6	313	3	73,1	82,6	280	7
16	R13	106,9	89,7	351	7	99,0	104,7	351	20
17	C1	-9,7	45,8	100	-158	-2,8	47,6	225	-110
18	C3	-10,4	28,3	73	-104	-2,5	41,1	186	-91
19	C7	-21,0	72,0	154	-307	-24,2	89,7	246	-307
20	C13	-1,9	104,2	400	-434	-13,4	170,8	618	-434
21	HN	482	339	1142	0	504	334	970	63
22	HW	453	316	1058	0	416	295	955	14
23	DM	5,4	5,3	22	0	6,1	5,1	18	0
24	DN	15,9	15,7	69	0	19,4	14,8	64	2,8
25	DW	19,6	20,0	83	0	17,9	14,7	65	1
26	MR3	16,7	28,9	100	0	5,6	12,1	41,7	0
27	MR7	18,0	27,6	83,3	0	8,3	14,7	50	0
28	MR13	21,3	26,4	91,7	0	12,7	13,8	41,7	0
29	UR3	2,8	8,9	58,3	0	6,6	13,4	58,3	0
30	PN	-	-	-	-	0,85	4,31	14	-10
31	PE	-	-	-	-	0,21	2,46	7	-6
32	UL	-	-	-	-	0,87	1,08	4	0

### 4.3. Método de análisis de las relaciones

La técnica empleada ha sido el análisis de regresión múltiple. Existen programas de "regresión múltiple paso a paso", que automáticamente realizan sucesivos análisis de regresión con diferentes subconjuntos de variables, seleccionando las que resultan significativas y rechazando las demás, para llegar así a un modelo óptimo en cada caso. Sin embargo aquí se ha preferido efectuar esta selección de modo más subjetivo, con objeto de tener en cuenta el sentido físico de las variables escogidas y sus interrelaciones.

Para ello, y teniendo en cuenta a STEEL y TORRIE (1960), se ha desarrollado el programa "CYRSYM" (ver apéndice), que comienza por calcular las medias y desviaciones típicas de cada variable,  $m_i$  y  $s_i$ , así como la matriz de coeficientes de correlación,  $R$ , de elementos  $r_{ij}$ . (De momento se tratan todas las variables conjuntamente, sin distinguir la variable dependiente de las demás).

El siguiente paso consiste en invertir esta matriz, obteniendo otra,  $C$ , a cuyos elementos podemos llamar  $c_{ij}$ . A partir de estos elementos nos es dado calcular los coeficientes parciales de correlación,  $r'_{ij}$ , y los coeficientes de regresión parcial tipificados,  $b'_{ij}$ , mediante las expresiones:

$$r'_{ij} = - c_{ij} / \sqrt{c_{ii} \cdot c_{jj}} \quad ; \quad b'_{ij} = - c_{ij} / c_{ii}$$

Los coeficientes parciales de correlación,  $r'_{ij}$ , nos indican el grado de asociación de las variables  $i$  y  $j$  de modo análogo al coeficiente de correlación de Pearson, pero habiendo eliminado la influencia de las demás variables. De este modo se consigue evitar el efecto de arrastre que muchas veces se produce cuando, debido a la intercorrelación de algunas de las variables independientes, la elevada dependencia con una de ellas hace que también aparezcan coeficientes de correlación  $r_{ij}$  significativos con las

demás. En un caso así, los coeficientes parciales de correlación,  $r'_{ij}$ , adoptarían valores poco significativos para todas las variables de ese grupo, y entonces se pueden realizar análisis sucesivos eliminando variables hasta que los  $r'_{ij}$  alcancen valores apropiados. La significación de estos coeficientes se determina mediante una prueba de la t (hipótesis nula):

$$t = r'_{ij} \cdot \sqrt{n-k} / \sqrt{1-r'^2_{ij}}$$

donde  $n$  es el número de datos de cada variable, y  $k$  el número total de variables.

Por su parte los coeficientes parciales de regresión,  $b'_{ij}$ , permiten el cálculo de cualquier variable tipificada que elijamos como variable dependiente,  $x'_j$ , a partir de las demás,  $x'_i$ :

$$x'_j = b'_{1j} \cdot x'_1 + \dots + b'_{(j-1)j} \cdot x'_{j-1} + b'_{(j+1)j} \cdot x'_{j+1} + \dots + b'_{kj} \cdot x'_k ; \text{ siendo } x'_i = x_i / s_i = (X_i - m_i) / s_i$$

Los coeficientes  $b'_{ij}$  son adimensionales, y permiten comparar la importancia de cada variable independiente en la determinación del valor de la dependiente sin que esta comparación se vea perturbada por las unidades en que vengan expresadas las variables originales,  $X_i$ .

Por último se pretende llegar a la ecuación que relacione la variable elegida como dependiente (en el programa CYRSYM, la última de todas), que ahora notaremos como  $Y$ , con las otras  $k-1$  variables:

$$\hat{Y} = a + b_1 \cdot X_1 + \dots + b_{k-1} \cdot X_{k-1}$$

Para ello los coeficientes de regresión  $b_i$  se calculan como:

$$b_i = b'_{ik} \cdot s_k / s_i$$

y el término "a" es:

$$a = m_k - \sum_{i=1}^{k-1} b_i \cdot m_i$$

La bondad del ajuste se evalúa mediante el coeficiente de determinación múltiple,  $R^2$ , que se calcula como :

$$R^2 = \frac{\sum_{i=1}^{k-1} r_i \cdot b'_i}{\sum_{i=1}^{k-1} b_i^2}$$

Su valor indica, como en el caso de la regresión simple, la proporción de la varianza inicial explicada por las  $k-1$  variables.

También resulta de utilidad el cálculo del "error típico de la estimación", que se puede obtener como raíz cuadrada de la varianza residual, corregida por la disminución de grados de libertad, que pasan de  $n-1$  a  $n-k$ :

$$E.t. = \sqrt{s_y^2 (1-R^2) (n-1) / (n-k)} = s_y \sqrt{1-R^2} \cdot \sqrt{(n-1)/(n-k)}$$

Comoquiera que el proceso de selección de variables entraña la aplicación de este programa gran número de veces, con diferentes subconjuntos de los parámetros geográficos elegidos, y para cada una de las medias pluviométricas y termométricas a estimar, este proceso se ha llevado a cabo en un microordenador Sinclair-"Spectrum", que resulta más interactivo que el HP-86 al permitir la modificación del programa y/o variables en mitad del proceso sin necesidad de reinicializarlo cada vez. Para ello se ha adaptado a dicho microordenador el programa CYRSYM, y se le ha dotado al mismo tiempo de una subrutina que permite visualizar en pantalla la nube de puntos de cualquier par de variables, eliminada la influencia de las demás, con objeto de inspeccionar visualmente la linealidad de las relaciones.

#### 4.4. Aplicación del método. Resultados y discusión.

##### 4.4.1. Precipitaciones

###### 4.4.1.1. Primeros análisis.

Se han realizado doce primeros análisis con todas las variables simultáneamente, uno para cada mes. Los primeros resultados de los mismos, las matrices de coeficientes de correlación de Pearson, aparecen resumidos en las tablas 4.5 y 4.6. En la primera de ellas se da la matriz de correlaciones entre las variables independientes (los 29 parámetros utilizados), mientras que en la segunda aparecen las correlaciones de los parámetros con las precipitaciones de cada mes. Para una apreciación más cómoda de las afinidades entre los parámetros, con los datos de la tabla 4.5 (en valor absoluto) se ha confeccionado el dendrograma de la figura 4.1, por el método del vecino más próximo. En él se distinguen claramente los grupos formados por los cinco parámetros del factor altitud (desde A hasta A13), los tres del factor relieve (R3 a R13), muy relacionados con los anteriores, y los tres del factor costa (MR3 a MR13), todos ellos con correlaciones internas superiores a 0,9. Las pendientes al norte de 3 y 5 km (PN3 y PN5) también exhiben gran afinidad, disminuyendo las interrelaciones de los demás parámetros a valores de  $r$  de 0,7 o inferiores.

Resulta notable la correlación entre las coordenadas X e Y, longitud y latitud, debida a la disposición de las islas en un eje NE-SW.

El parámetro más independiente es el de superficie urbana relativa, UR3, cuyos máximos coeficientes de correlación en valor absoluto, que son los que presenta con los parámetros de relieve, sólo alcanzan el valor  $r=-0,24$ .

Tabla 4.5- Coeficientes de correlación (en %) entre los 29 parámetros geográficos de las estaciones pluviométricas.

	-2	-3	4	5	6	7	8	9	10	11	-12	13	14	15
1	69	-14	-14	-15	-16	-18	-10	-3	-7	-2	-7	0	-21	-20
2		25	27	28	29	30	-7	7	-7	4	-7	0	31	32
3			97	95	92	89	9	12	7	4	4	-10	72	70
4				99	96	94	17	11	12	3	10	-13	77	75
5					98	96	18	10	10	1	9	-13	81	79
6						98	15	7	7	-1	8	-16	80	84
7							16	9	8	-3	10	-16	78	84
8								-14	63	-35	51	-38	6	2
9									-39	60	-37	35	18	18
10										-47	84	-52	-9	-6
11											-41	71	21	13
12												-49	-9	-6
13													10	0
14														91
...														

(Sigue)



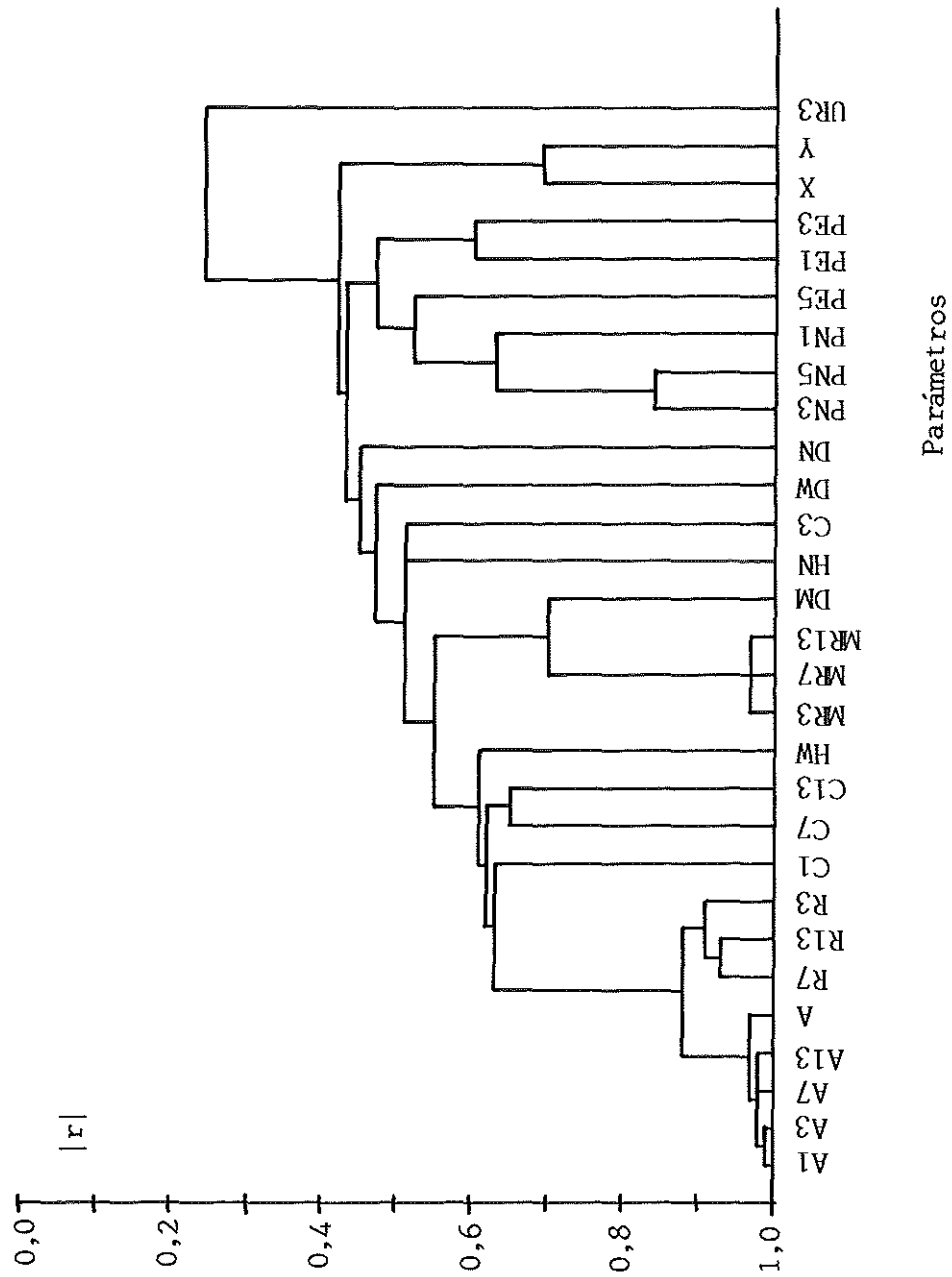


Figura 4.1.- Dendrograma de afinidades entre los parámetros geográficos de las 109 estaciones pluviométricas.



En cuanto a la tabla 4.6, las correlaciones más altas con las precipitaciones mensuales son las que presentan los parámetros de altitud. En todos los meses los parámetros de altitud media de un entorno de la estación, A1 a A13, son mejores que la mera altitud puntual, y así se confirman los resultados de GOH KIM CHUAN y LOCKWOOD (1974), si bien el diámetro óptimo de entorno, de entre los ensayados, es el de 7 km. Por otra parte las correlaciones descienden mucho en los meses de verano, con un mínimo de  $r=0,48$  en julio (para A7), cuando en el resto de las estaciones, si exceptuamos el mes de noviembre, los valores oscilan entre 0,79 y 0,92.

Después siguen en importancia las correlaciones del relieve, R3 a R13, pero aquí hay que tener en cuenta el efecto de arrastre debido a la elevada correlación entre relieve y altitud.

Otros valores elevados, aunque menores, son los que se presentan con la latitud (Y), la convexidad del terreno (C1 y C3; en entornos mayores  $r$  baja mucho), la altitud máxima hacia el oeste (HW), y el factor costa (MR3 a MR13).

Para continuar con los resultados de los doce primeros análisis se presentan en la tabla 4.7 los coeficientes parciales de correlación de los parámetros con las medias mensuales de precipitación. En esta fase de los análisis se ha tenido que prescindir de las variables 17 y 18 (C1 y C3) porque al ser combinación lineal de otras ( $C1=A-A1$ , y  $C3=A1-A3$ ) producían un mal funcionamiento del proceso de cálculo. Se observa que todos los parámetros presentan bajos valores de  $r'$ , y así es lógico que suceda, debido a que todos a excepción del último (UR3) tienen coeficientes de correlación total ( $r$ ) elevados con algún otro, como se ha comentado anteriormente. Por tanto de estos resultados sólo se puede presumir la no influencia del parámetro UR3 (factor núcleos urbanos).

Más interesantes resultan los coeficientes de determinación  $R^2$  (tabla 4.8), que son los máximos que se

Tabla 4.6.- Coeficientes de correlación (en %) entre los parámetros geográficos de las estaciones pluviométricas, y las precipitaciones medias mensuales del periodo 1961-80.

Parám.		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
1	X	8	10	-2	4	-1	-19	10	12	13	9	21	-4
2	Y	55	52	42	51	49	28	36	53	62	55	60	43
3	A	76	77	81	76	76	67	40	57	69	75	63	77
4	A1	82	83	87	81	81	73	43	61	73	80	68	82
5	A3	85	85	90	84	83	75	44	64	77	83	72	86
6	A7	88	88	92	86	85	77	48	66	79	85	74	88
7	A13	87	87	91	84	85	78	47	66	78	84	72	86
8	PN1	13	14	14	15	6	15	-3	5	7	9	12	15
9	PE1	9	10	10	12	14	-6	3	4	9	12	11	12
10	PN3	-1	2	2	-1	-7	18	-5	-9	-6	-9	-6	-3
11	PE3	-3	-6	-7	-3	4	-6	-12	-11	2	-2	-8	-5
12	PN5	0	2	1	-5	-9	16	-7	-12	-7	-11	-7	-4
13	PE5	-18	-24	-23	-19	-11	-16	-23	-23	-5	-14	-21	-19
14	R3	76	71	76	74	73	61	29	55	73	75	66	78
15	R7	82	75	81	76	76	65	36	59	74	78	69	80
16	R13	84	79	83	79	78	69	39	62	78	80	71	83
17	C1	-61	-62	-62	-58	-55	-54	-29	-43	-51	-55	-52	-59
18	C3	-49	-46	-46	-46	-43	-38	-21	-39	-48	-50	-47	-51
19	C7	-22	-16	-18	-16	-15	-16	-18	-19	-20	-19	-19	-18
20	C13	26	28	30	30	26	19	5	14	23	27	22	28
21	HN	28	31	32	24	35	53	24	8	23	22	8	23
22	HW	64	67	64	66	72	66	56	67	56	60	58	60
23	DM	12	20	19	18	31	46	36	27	14	11	2	9
24	DN	-44	-36	-34	-40	-34	-14	0	-38	-47	-45	-48	-45
25	DW	-11	-4	-9	-4	3	3	18	15	-8	-10	-9	-14
26	MR3	-43	-47	-47	-45	-50	-65	-48	-46	-48	-43	-34	-41
27	MR7	-45	-49	-50	-47	-52	-67	-50	-47	-50	-44	-34	-42
28	MR13	-43	-48	-48	-46	-53	-69	-51	-45	-46	-41	-31	-41
29	UR3	-23	-22	-23	-20	-18	-14	-17	-17	-14	-20	-23	-23

Tabla 4.7.- Coeficientes parciales de correlación (en %) entre los parámetros geográficos de las estaciones pluviométricas y las precipitaciones medias mensuales del periodo 1961-80.

Parám.		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
1	X	24	22	14	-2	-8	-12	-11	-20	3	6	25	14
2	Y	16	10	2	24	28	12	22	34	33	27	10	-3
3	A	-15	-16	-12	-10	-8	0	-3	-5	7	-7	-9	-10
4	Al	-8	-1	-4	-9	-8	-11	-8	-1	5	-11	1	-10
5	A3	22	18	10	13	19	6	-2	12	21	23	23	19
6	A7	9	2	5	9	8	11	9	2	-5	11	-1	11
7	Al3	-21	-9	-4	-17	-15	-16	-22	-22	-30	-20	-11	-26
8	PN1	16	9	6	17	4	-7	-13	5	9	14	21	17
9	PE1	8	20	22	19	11	-16	11	12	6	9	17	18
10	PN3	-11	-2	-1	6	1	9	0	-3	-2	-7	-7	-9
11	PE3	10	7	-2	6	7	1	-8	-5	-6	0	3	2
12	PN5	-5	-15	-14	-25	-31	-12	-14	-19	-11	-25	-12	-12
13	PE5	-18	-28	-26	-23	-8	-4	-12	-25	7	-16	-23	-24
14	R3	-17	-3	-4	0	-1	7	-4	-4	-1	-11	-8	-4
15	R7	1	-17	-8	-14	-2	-4	-4	-7	-14	-7	-10	-13
16	R13	26	23	18	22	17	22	5	14	31	16	18	28
17	C1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
18	C3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
19	C7	8	1	4	9	8	11	9	2	-5	11	-1	11
20	C13	-20	-10	-7	-12	-13	-4	-19	-21	-17	-21	-11	-24
21	HN	-24	-23	-34	-39	-4	15	-4	-44	-3	-27	-44	-39
22	HW	31	34	26	32	38	3	17	24	-10	20	38	22
23	DM	-10	-6	-7	1	26	25	-3	20	15	-7	-14	-6
24	DN	-21	-7	-4	-4	-2	-15	20	-6	-44	-22	-17	-29
25	DW	-14	-6	-8	-4	4	-8	4	11	-4	-9	-21	-21
26	MR3	-10	-6	-6	-14	-12	0	2	-13	-11	-23	-13	-10
27	MR7	-1	4	-1	12	6	8	1	-3	-15	8	5	10
28	MR13	3	-3	1	-6	3	-23	-7	9	9	3	0	-11
29	UR3	-10	-10	-4	0	-4	-3	-18	-1	11	-1	-8	-2

Tabla 4.8.- Medias (m) y desviaciones típicas (s) de las precipitaciones medias mensuales, y coeficientes de determinación múltiple ( $R^2$ ), errores típicos (E.t.), y errores típicos relativos (E.r.), de las ecuaciones de regresión múltiple obtenidas con todos los parámetros. (n=109; k=28).

Mes	m(mm)	s(mm)	$R^2$	E.t.(mm)	E.r.(%)
Ene	62,9	27,1	0,95	7,1	11,3
Feb	49,1	22,8	0,92	7,5	15,3
Mar	54,1	25,4	0,94	7,3	13,5
Abr	52,2	19,4	0,91	6,8	13,0
May	37,7	12,9	0,91	4,5	11,9
Jun	20,7	6,3	0,82	3,1	15,0
Jul	8,6	3,5	0,57	2,7	31,4
Ago	28,5	8,7	0,83	4,2	14,7
Sep	59,0	13,9	0,91	4,9	8,3
Oct	98,1	31,9	0,93	9,9	10,1
Nov	77,7	32,7	0,89	12,7	16,3
Dic	85,8	36,6	0,92	12,1	14,1

pueden obtener a partir de los parámetros considerados. En las subsiguientes eliminaciones de variables sus valores siempre descenderán, aunque si las variables eliminadas no son significativas estos descensos serán pequeños, y se verán compensados por el aumento de grados de libertad.

$R^2$  presenta valores muy altos en general, que oscilan entre 0,89 y 0,95 en todo el año excepto en verano, en el que el mes de julio presenta un acusado mínimo:  $R^2=0,57$ . Afortunadamente en este mes las precipitaciones son muy escasas, como se observa en la columna de valores medios (m), y su poca predictibilidad tiene poco peso en el conjunto del año. En la misma tabla se dan también los errores típicos, tanto en valor absoluto como en porcentajes respecto a la media. Los primeros oscilan entre 2,7 mm en julio y 12,5 en noviembre, y los segundos, exceptuando el 30,8% de julio, se mantienen entre el 8,2% de septiembre y el 16,1% de noviembre.

#### 4.4.1.2. Selección de los parámetros más significativos

El proceso de selección se ha llevado a cabo con las precipitaciones de los meses centrales de cada estación (enero, abril, julio y octubre), mediante análisis sucesivos en que se eliminaban las variables con menor coeficiente parcial de correlación. El proceso se halla resumido en la tabla 4.9, en la que se dan los coeficientes parciales de correlación de los parámetros ensayados en cada paso, junto con el valor crítico para un nivel de significación de 0,1, el coeficiente de determinación múltiple, y el error típico correspondiente.

En el primer paso ya se ha reducido el número de variables independientes a 12, de las 27 iniciales, al elegir, de cada grupo interrelacionado, los parámetros que presentan mayor correlación total con las precipitaciones. Los descensos de  $R^2$  y los aumentos del error típico son

Tabla 4.9.- Evolución de los coeficientes parciales de correlación (en %) de los parámetros ensayados con las precipitaciones mensuales de enero, abril, julio, y octubre, durante el proceso de selección de los mismos. También se dan los valores críticos de  $|r'|$  para  $P < 0,1$ , los coeficientes de determinación múltiple ( $R^2$ ), y los errores típicos (E.t.).

Paso	Mes	Parámetros												$ r' $ crítico		E.t.	
		X	Y	A7-PN1	PE5	R13	-C1	HN	HW	DN	MR7-UR3			$P < 0,1$	$R^2$	-	(mm)
1	Ene	21	18	62	8	-17	44	-16	-29	21	-22	-18	-3	16	0,9253		7,86
"	Abr	-10	30	61	17	-11	17	-6	-47	32	2	-13	6	"	0,8796		7,14
"	Jul	-12	24	13	-14	-18	0	8	-14	26	25	-18	-14	"	0,4979		2,63
"	Oct	1	27	59	6	-11	24	-2	-37	10	-16	-21	9	"	0,8768		11,88
2	Ene		56	65			38		-31	24	-13	-17		16	0,9117		8,33
"	Abr		40	62			20		-42	37	-3	-13		"	0,8685		7,27
"	Jul		27	12			5		-16	34	24	-13		"	0,4561		2,67
"	Oct		<u>49</u>	61			24		-36	14	-17	-21		"	0,8726		11,77
			$Y^2$														
3	Ene	51	-48	69			45		-20	28	10	-26		16	0,9349		7,19
"	Abr	44	-42	65			25		-34	41	17	-20		"	0,8942		6,56
"	Jul	14	-12	11			6		-11	34	27	-14		"	0,4663		2,66
"	Oct	46	-43	64			30		<u>-27</u>	17	3	-28		"	0,8997		10,50
									$C3$								
4	Ene	51	-48	71			39		-27	-20	31	9	-25	16	0,9396		6,96
"	Abr	44	-41	66			18		-23	-34	43	16	-19	"	0,8996		6,42
"	Jul	13	-12	11			5		-3	-11	35	27	-14	"	0,4668		2,67
"	Oct	46	-43	65			22		-31	-27	20	2	-28	"	0,9092		10,04
5	Ene		58	67			31		-27	-31	26	-14	-16	16	0,9184		8,05
"	Abr		41	63			13		-24	-42	39	-3	-12	"	0,8760		7,10
"	Jul		27	11			3		-4	-15	34	24	-13	"	0,4571		2,68
"	Oct		52	62			16		-31	-36	17	-18	-20	"	0,8849		11,25

mínimos, considerando la gran simplificación que han sufrido las ecuaciones.

En el segundo paso se han eliminado los parámetros que en el paso anterior presentan valores de  $r'$  inferiores o parecidos a 0,16 en los cuatro meses simultáneamente. De este modo el número de variables independientes queda reducido a 7, y las variaciones de  $R^2$  y E.t. siguen siendo muy pequeñas.

Llegados a este punto se procede a la inspección ocular de las nubes de puntos de cada uno de estos 7 parámetros con las precipitaciones medias mensuales, una vez eliminada la influencia de los otros seis parámetros. Se observa entonces una apreciable linealidad en todos los casos excepto con el parámetro MR7, que ofrece dudas, y los Y y DN, que presentan una curvatura apreciable. Al añadir al análisis las transformaciones cuadráticas de estos parámetros las nubes de puntos se rectifican en los tres casos, aunque sólo resulta significativo el  $r'$  del parámetro  $Y^2$ , que se añade en los análisis del paso 3, con el consiguiente aumento en la fracción de varianza explicada,  $R^2$ .

Otras pruebas efectuadas han aconsejado la introducción del parámetro C3, no incluido en los análisis iniciales por ser combinación lineal de A1 y A3. Se obtienen entonces los resultados del paso 4. Aquí los únicos coeficientes parciales de correlación significativos para el mes de julio son los de HW y DN. Este último no es significativo en ninguno de los otros meses, pero no conviene eliminarlo para que no descienda el ya de por sí bajo valor de  $R^2$  de julio.

Este podría ser el conjunto de parámetros definitivamente seleccionado para el cálculo de las ecuaciones de regresión múltiple de cada precipitación mensual, pero al comprobar que en la parábola formada por los parámetros Y e  $Y^2$  las islas Baleares no se sitúan en la rama ascendente (figura 4.2), se ha optado por eliminar este parámetro, por no considerar apropiada la existencia de un

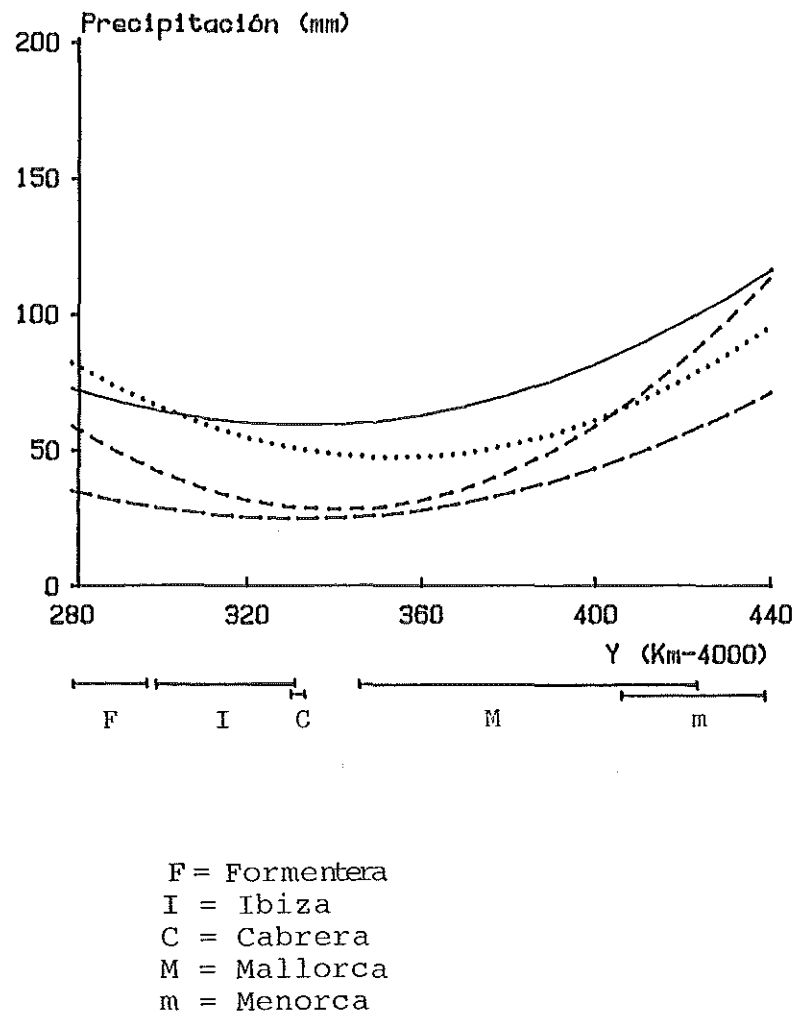


Figura 4.2.- Contribución a la precipitación media, en los meses más lluviosos, de los términos  $b_1.Y + b_2.Y^2$ , en función de Y. — octubre; ..... noviembre; ---- diciembre; -.-.- enero.



mínimo de precipitación entre las islas debido sólomente al factor latitud. De hecho cabe esperar que tanto las perturbaciones frontales que barren el archipiélago de oeste a este como las procedentes del norte (en gran parte asociadas a fenómenos ciclogénéticos en el golfo de Génova) produzcan precipitaciones que se vayan atenuando hacia el sur de una manera progresiva. Por otra parte las precipitaciones debidas a perturbaciones procedentes del golfo de Cádiz o de ciclogénesis argelinas sí que podrían ser máximas en las islas más meridionales, pero dado el reducido peso de éstas en las precipitaciones totales de Baleares y el hecho de haber comprobado que con la presencia de  $Y^2$  en el modelo se estimaban precipitaciones anormalmente bajas en la isla de Cabrera, se ha optado por eliminar este parámetro. De este modo se obtienen los resultados reflejados en el paso 5.

Otras pruebas realizadas han confirmado que los parámetros A7, R13, C3, y MR7 son los mejores de sus respectivos factores, por lo que se decide aceptar como definitivo el conjunto de las ocho variables: Y, A7, R13, C3, HN, HW, DN, y MR7.

#### 4.4.1.3. - Obtención del submodelo pluviométrico. Discusión.

Elegidas las variables que han de intervenir en las ecuaciones de regresión múltiple para la estimación de las precipitaciones mensuales, se calculan los coeficientes de las mismas para las 12 ecuaciones, y sus términos independientes. Los valores obtenidos se dan en la tabla 4.10, acompañados de los coeficientes parciales de correlación ( $r'$ ), de regresión tipificados ( $b'$ ) y de determinación múltiple ( $R^2$ ), y los errores típicos absolutos (E.t.) y relativos (E.r.).

Los valores de  $r'$  significativos a los niveles de 0,1 ,

Tabla 4.10.- Coeficientes parciales de correlación ( $r'$ ) y de regresión ( $b$  y  $b'$ ) de los ocho parámetros seleccionados para la estimación de las precipitaciones mensuales. También se dan los términos independientes ( $a$ ), los coeficientes de regresión múltiple ( $R^2$ ), y los errores típicos absolutos (E.t.) y relativos (E.r.). (Los  $r'$  significativos a los niveles de 0,1 , 0,05 , y 0,01 , van señalados con 1, 2, y 3 asteriscos, respectivamente).

Par.		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Y	$r'(\%)$	58***	50***	28***	41***	41***	2	27***	35***	62***	52***	51***	17*
	$b$	0,231	0,192	0,093	0,131	0,092	0,003	0,031	0,069	0,159	0,279	0,353	0,092
	$b'(\%)$	23	23	10	19	20	1	24	22	31	24	30	7
A7	$r'(\%)$	67***	65***	75***	63***	52***	24**	11	26***	45***	62***	47***	63***
	$b$	0,084	0,082	0,104	0,067	0,036	0,010	0,004	0,014	0,029	0,105	0,090	0,127
	$b'(\%)$	55	64	72	61	49	27	18	28	37	58	49	61
R13	$r'(\%)$	31***	9	20**	13	18*	14	3	10	17*	16	10	21**
	$b$	0,058	0,017	0,036	0,020	0,021	0,011	0,002	0,010	0,019	0,040	0,034	0,067
	$b'(\%)$	19	7	13	9	15	15	5	11	12	11	9	16
C3	$r'(\%)$	-27***	-23**	-18*	-24**	-17*	-10	-4	-18*	-30***	-31***	-30***	-28***
	$b$	-0,091	-0,076	-0,058	-0,069	-0,034	-0,013	-0,004	-0,032	-0,061	-0,145	-0,183	-0,157
	$b'(\%)$	-10	-9	-6	-10	-8	-6	-4	-11	-12	-13	-16	-12
HN	$r'(\%)$	-31***	-28***	-37***	-42***	-20**	20**	-15	-48***	-13	-36***	-45***	-38***
	$b$	-0,010	-0,009	-0,012	-0,012	-0,004	0,002	-0,002	-0,009	-0,002	-0,016	-0,028	-0,020
	$b'(\%)$	-12	-13	-16	-21	-10	13	-15	-36	-6	-17	-29	-19
HW	$r'(\%)$	26***	37***	30***	39***	45***	19*	34***	47***	-13	17*	30***	19*
	$b$	0,010	0,014	0,011	0,014	0,011	0,003	0,004	0,011	-0,003	0,009	0,021	0,012
	$b'(\%)$	12	20	14	22	28	14	40	39	-7	9	20	10
DN	$r'(\%)$	-14	4	3	-3	4	-11	24**	-5	-46***	-18*	-9	-22**
	$b$	-0,103	0,027	0,021	-0,019	0,019	-0,032	0,062	-0,020	-0,235	-0,186	-0,121	-0,287
	$b'(\%)$	-6	2	1	-2	2	-8	27	-4	-27	-9	-6	-12
MR7	$r'(\%)$	-16	-8	-13	-12	-12	-43***	-13	-27***	-55***	-20**	-5	-17*
	$b$	-0,069	-0,036	-0,053	-0,046	-0,033	-0,082	-0,018	-0,065	-0,169	-0,121	-0,042	-0,122
	$b'(\%)$	-7	-4	-6	-7	-7	-36	-14	-21	-34	-10	-4	-9
$a$		-44,91	-43,72	-2,99	-12,09	-9,68	16,01	-6,18	-0,98	-0,79	-24,63	-73,10	31,02
$R^2$		0,9184	0,8815	0,9104	0,8760	0,8573	0,7523	0,4571	0,7544	0,8831	0,8849	0,8125	0,8740
E.t.(mm)		8,0	8,2	7,9	7,1	5,1	3,3	2,7	4,5	4,9	11,2	14,7	13,5
E.r.(%)		12,8	16,6	14,6	13,6	13,4	15,7	31,2	15,7	8,4	11,5	18,9	15,7

0,05 , y 0,01 se han señalado con uno, dos, y tres asteriscos. Ningún parámetro es significativo en todos los meses. La latitud (Y) y la altitud (A7) dejan de serlo en junio y julio respectivamente, mientras que la altitud hacia el oeste (HW) no lo es en septiembre. La altitud hacia el norte (HN) y la convexidad (C3) fallan en dos meses: en julio y septiembre la primera, y en junio y julio la segunda. Los otros tres parámetros ya sólo son significativos en cinco meses la superficie marítima (MR7) y el relieve (R13), y en cuatro la distancia al mar hacia el norte (DN).

En la figura 4.3 se ha representado la evolución anual de los coeficientes de regresión parcial tipificados ( $b'$ ), de los cinco parámetros más significativos. La importancia relativa de cada parámetro en las ecuaciones de regresión múltiple se pone de manifiesto por la mayor desviación de su coeficiente  $b'$  respecto a la línea cero.

Fuera del verano la altitud (A7) aparece así como el factor de mayor influencia, con un máximo en el mes de marzo. La influencia de los otros cuatro factores es más igualada, y resulta positiva para la latitud (Y) y la altura máxima al oeste (HW), y negativa para la altura máxima al norte (HN) y la convexidad (C3).

En cambio en julio y agosto son las alturas máximas los factores preponderantes, y en junio lo es la superficie marítima (MR7), que no aparece en la figura, y que también juega un papel importante en septiembre.

#### 4.4.1.4. Análisis de los residuos y ensayo de un modelo logarítmico.

Con los coeficientes del modelo se han obtenido las precipitaciones mensuales estimadas y su total anual para cada uno de los 109 observatorios pluviométricos. Las diferencias entre los totales anuales calculados y los

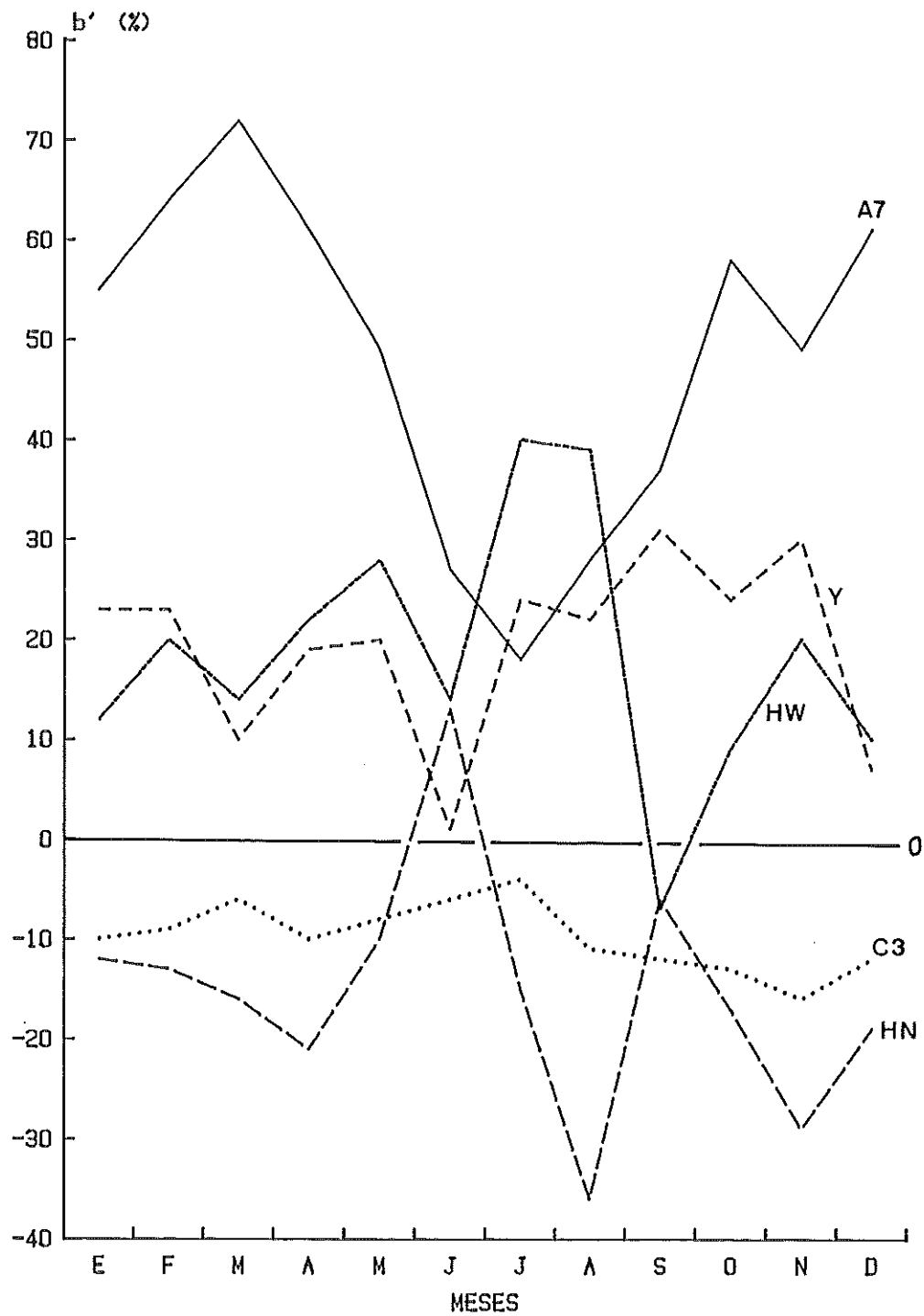


Figura 4.3.- Evolución anual de los coeficientes de regresión parcial tipificados de los cinco parámetros mejor relacionados con las precipitaciones.

observados, expresados como porcentajes de los valores observados, se han representado en un mapa (figura 4.4) con objeto de examinar, al tiempo que su magnitud, su distribución espacial. De este examen se deduce que en un 34% de las estaciones el error relativo supera la cota del 10%, con 8 casos de la clase del 20 al 30%, y 2 de la del 30 al 40%.

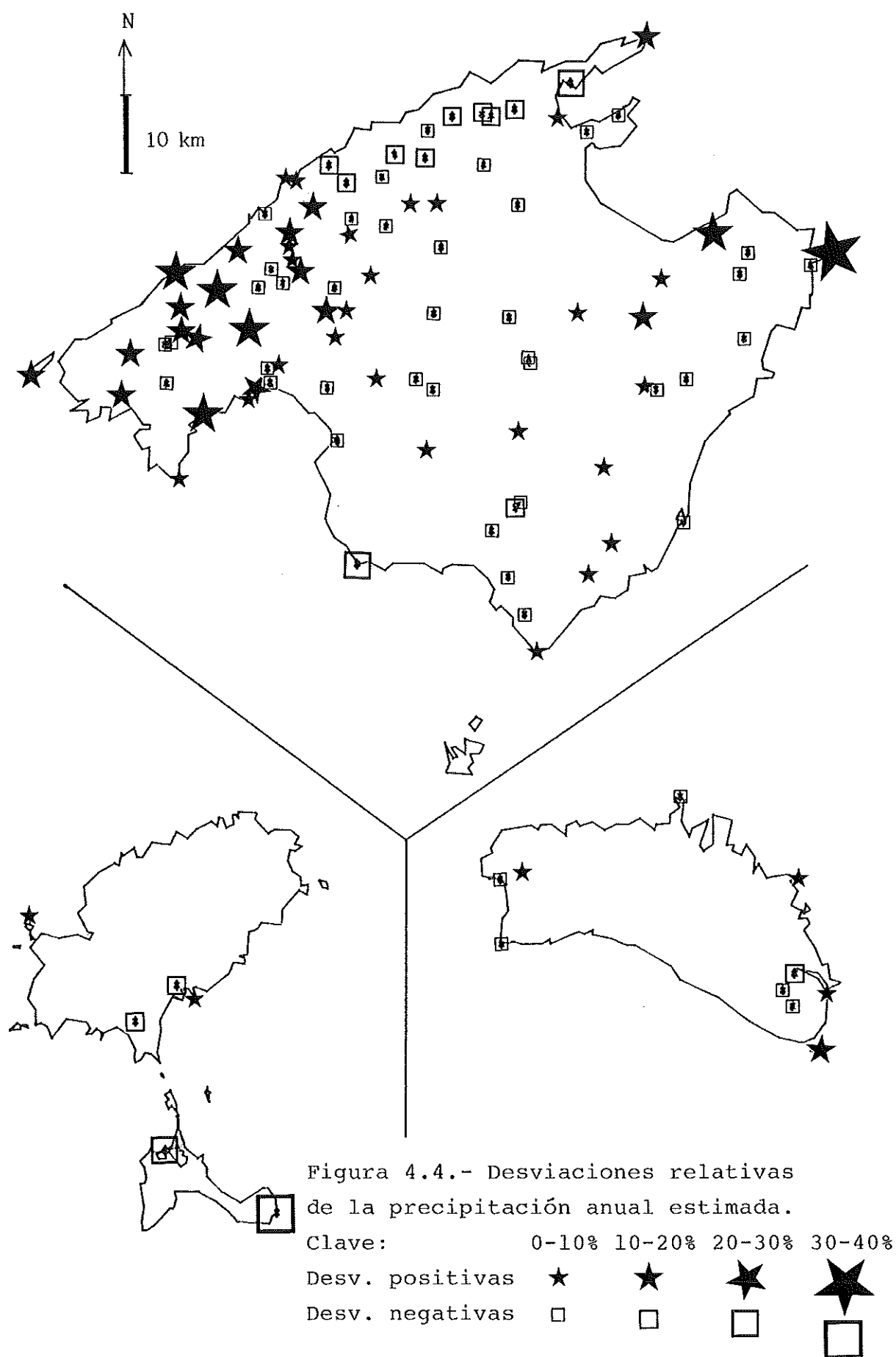
Estos errores deben estar compuestos tanto por los inherentes al modelo como por los propios de las medidas de la precipitación. De acuerdo con la Organización Meteorológica Mundial (W.M.O., 1981), las medidas de los pluviómetros están sujetas a errores sistemáticos debidos a: a) deformación del campo de viento; b) rocío y evaporación; c) salpicaduras de las gotas que salen del pluviómetro; d) extracción de nieve del pluviómetro por el viento. Y estos errores pueden alcanzar valores de un 5 a un 30 %, (generalmente por defecto), dependiendo de la climatología del área y de la forma (líquida o sólida) de la precipitación. La influencia de pequeñas irregularidades topográficas sobre estas medidas también ha sido investigada por BURNS (1953), STOREBO (1976), MERVA et al. (1976), y LITOVCHENKO (1978), entre otros.

Así pues, las magnitudes de los errores de las ecuaciones pluviométricas no son muy superiores a las achacables al método de observación, pero su distribución no se puede considerar aleatoria al observarse en el mapa un claro contagio en algunas zonas. Debido a ello cabe pensar en la conveniencia de ensayar un modelo logarítmico del tipo:

$$\ln Y = a + b_1 \cdot \ln(x_1 + c_1) + \dots + b_k \cdot \ln(x_k + c_k)$$

donde  $c_1, \dots, c_k$ , son constantes para cada parámetro y tienen como misión principal hacer posible la transformación logarítmica de los parámetros con valores nulos o negativos.

Un modelo de este tipo tendría en cuenta un efecto relativo de los factores, proporcional a la cantidad de



precipitación. Recuérdese por ejemplo que se estima que la presencia de grandes masas de agua hace disminuir la precipitación anual de un 10 a un 20 por ciento, mientras que el modelo lineal nos da una precipitación en el mar 108 mm inferior a la de tierra, independientemente del valor anual.

Un problema adicional que se presenta ahora es la elección de las constantes  $c_1, \dots, c_k$ , puesto que sus valores influyen en la bondad de sus parámetros asociados. Como ejemplo se ofrece en la tabla 4.11 la evolución del coeficiente de correlación entre los logaritmos naturales de las precipitaciones medias del mes de enero y los logaritmos naturales de  $(A7+C)$ , al variar  $C$ . Las constantes bajas dan valores de  $r$  menores que las altas, pero a partir de un cierto valor las diferencias son escasas. Por ello se ha asignado a esta constante el valor de 250 m, y para los demás parámetros los que se pueden observar en la tabla 4.12, elegidos de forma que los valores mínimos de cada parámetro queden alejados de cero de modo similar a como sucede con  $A7$ .

Una vez efectuadas las transformaciones logarítmicas se han vuelto a calcular los coeficientes de las doce ecuaciones de regresión. Los coeficientes de regresión múltiple obtenidos son similares a los del modelo lineal. Sólo en verano son claramente mejores, mientras que en otros meses son algo inferiores, como se muestra aquí, expresados en tantos por mil:

Modelo	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Lineal	918	882	910	876	857	752	457	754	883	885	813	874
Logarítmico	917	891	896	879	844	781	580	775	872	882	819	872

Aplicadas las ecuaciones y sumados sus resultados para obtener los totales anuales, el correspondiente mapa de distribución de errores relativos resulta muy similar al anterior (figura 4.5). Los errores máximos disminuyen de

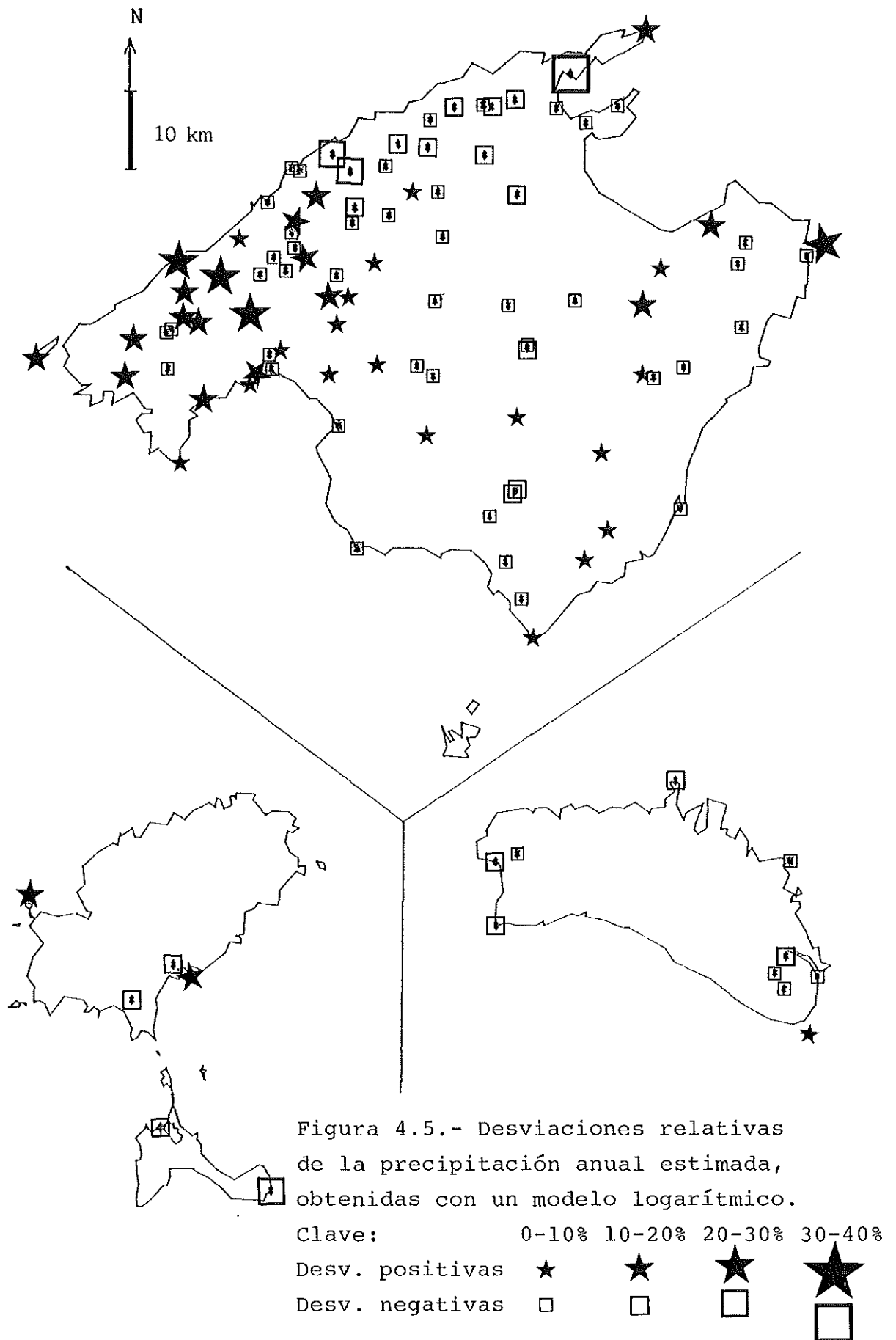
Tabla 4.11.- Evolución del coeficiente de correlación entre el logaritmo neperiano de las precipitaciones de enero y  $\ln(A7+C)$ , al variar C.

<u>-C(m)</u>	<u>- r</u>
1	0,784
4	0,795
8	0,804
15	0,813
30	0,823
60	0,832
125	0,838
250	0,840 (Máximo)
500	0,839
1000	0,836

Tabla 4.12.- Constantes C asignadas a cada parámetro X para las transformaciones  $\ln(X+C)$ .

<u>- X -</u>	<u>- - C -</u>
Y	0 km
A7	250 m
R13	150 m
C3	200 m
HN	400 m
HW	400 m
DN	25 km
MR7	50 %





valor, pero por el contrario aumenta el número de errores del 10 al 20% (figura 4.6). En el conjunto de todas las estaciones, el error típico de la estimación es de 83,7 mm en el modelo logarítmico, y de 79,4 mm en el lineal. Además, mientras que éste presenta un sesgo despreciable (desviación media = -1,6 mm), en el modelo logarítmico las estimaciones presentan una desviación media de -18,9 mm, por efecto de las transformaciones efectuadas en los datos.

Por todo ello, y dado que ninguno de los dos modelos produce errores lo suficientemente reducidos como para prescindir de un método corrector, resulta preferible el empleo del modelo lineal, cuyo algoritmo de programación es mucho más eficiente en el ordenador.

#### 4.4.1.5. Corrección del modelo lineal.

El método corrector de las ecuaciones de las precipitaciones mensuales consiste en añadir un término que compense la desviación probable del modelo en el lugar donde se estiman las precipitaciones. Esta desviación probable se calcula como media ponderada de las desviaciones observadas en los observatorios más próximos, limitando éstos a los situados dentro de un entorno de radio dado.

La baja densidad de estaciones en algunas zonas obliga a adoptar un radio de 30 km, con objeto de que todo el territorio quede sujeto al procedimiento corrector. Mas como en otras zonas la densidad de los observatorios es muy elevada, se hace necesario ponderar las desviaciones en función inversa de la distancia, para que en el caso en que existan estaciones próximas, las más alejadas tengan una influencia despreciable frente a las primeras.

El factor de ponderación puede tener la forma:

$$f_i = 1 / (d_i + 1)^n$$

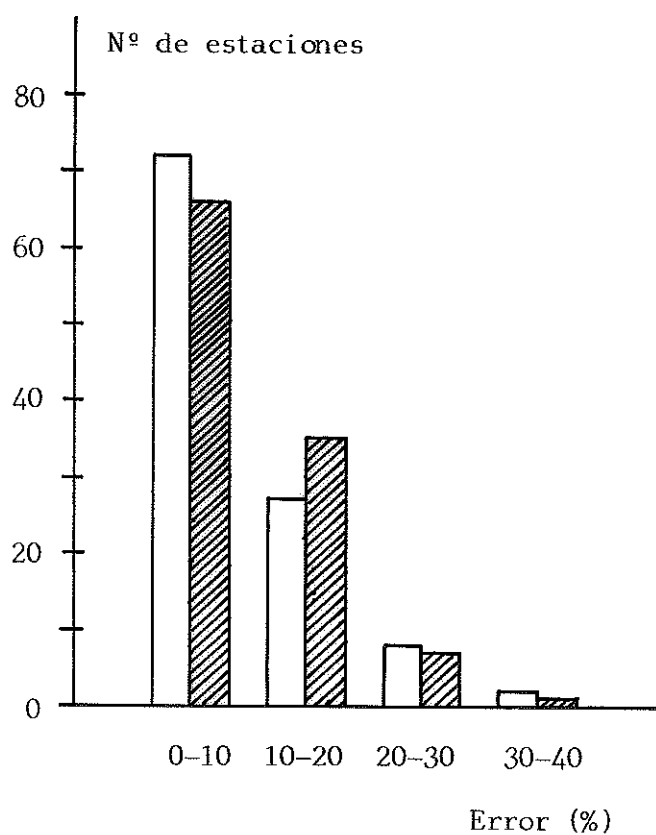




Figura 4.6.- Histograma de frecuencias de los errores relativos de la precipitación anual estimada según los modelos:  lineal;  logarítmico.

donde  $d_i$  es la distancia de la estación  $i$  al lugar de aplicación de las ecuaciones (nunca mayor de 30 km), a la que se le suma 1 km para evitar que  $f_i$  tienda a infinito al tender  $d_i$  a cero; y la potencia  $n$  hace que la variación con la distancia sea más o menos drástica. Por razones de eficiencia de cálculo conviene que  $n$  sea un número entero, y así en la figura 4.7 se representa la función  $f_i$  para  $n = 1, 2, 3$ , y 4. La desviación probable será entonces:

$$D_p = \sum f_i \cdot D_i / \sum f_i$$

siendo  $D_i$  las desviaciones observadas en las estaciones del entorno de 30 km de radio.

Con objeto de optimizar  $n$ , se han realizado sendos ensayos con las precipitaciones de los meses más cálido (agosto) y más frío (enero), que pueden considerarse como extremas en cuanto a las características de sus tipos de circulación asociados (RASO, 1980).

Estos ensayos se han efectuado sobre un conjunto independiente de datos: los correspondientes a las estaciones 4, 8, 12, ..., 108. Para ello se han recalculado las ecuaciones de regresión múltiple de enero y agosto sobre los datos de las otras tres cuartas partes de las estaciones, ecuaciones que se han aplicado después a la estimación de los datos reservados, empleando el procedimiento corrector con potencias  $n$  crecientes. Al comparar los datos así estimados con los reales, se han obtenido las siguientes desviaciones máximas (D.M.), medias (D.m.), y típicas (D.t.) :

		n : 1 2 3 4 5 6					
Enero	D.M.	-16,4	-16,3	-17,1	-17,7	-18,1	-18,4
	D.m.	-2,4	-1,9	-1,5	-1,1	-0,8	-0,6
	D.t.	8,2	7,3	6,6	6,3	6,2	6,2
Agosto	D.M.	-9,2	-9,7	-10,8	-11,8	-12,7	-13,3
	D.m.	-0,3	-0,2	-0,3	-0,3	-0,4	-0,5
	D.t.	4,1	3,8	3,8	4,0	4,1	4,3

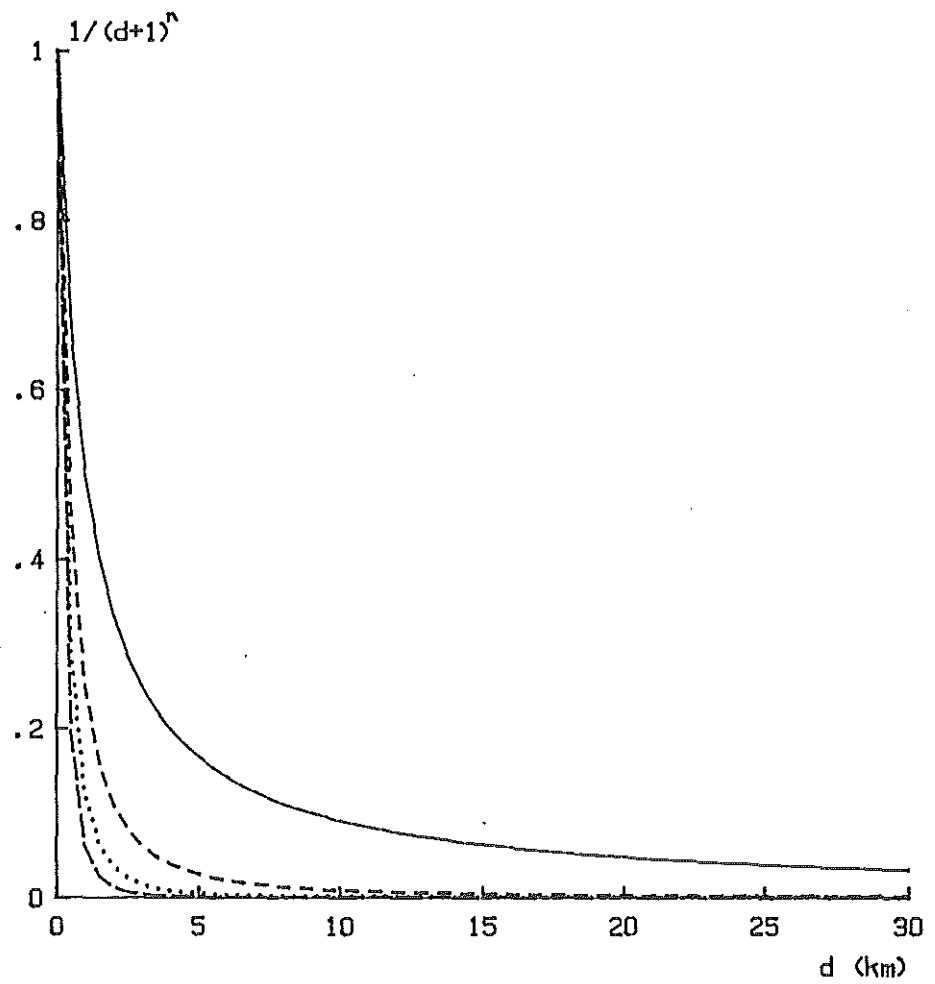


Figura 4.7.- Forma de la función  $f$  (factor de ponderación), afectada de las potencias  $n=1, 2, 3$ , y  $4$ .

En enero, las desviaciones típicas presentan una progresiva disminución hasta  $n=5$ , pero en agosto los errores son mínimos cuando  $n=2$  y  $n=3$ . En conjunto la elección más razonable parece la de  $n=3$ , y éste es el exponente elegido para el factor de ponderación.

#### 4.4.1.6. Evaluación de errores y comparación con el método clásico de estimación.

Para probar la validez de un modelo de regresión (simple o múltiple), debe aplicarse éste a un conjunto de datos independiente del utilizado para generarlo, y comparar después las estimaciones obtenidas con los datos reales. Pero en este caso ello supondría haber renunciado desde el principio a una parte de las estaciones pluviométricas, con lo que la representatividad de las ecuaciones se hubiera visto menguada. Por ello se ha preferido emplear toda la información disponible de precipitaciones mensuales y, en lugar de probar el conjunto de ecuaciones obtenidas, probar el método seguido para generarlas. Para ello se ha procedido como se ha indicado en el apartado anterior: Se han reservado las estaciones cuyo número es múltiplo de cuatro, y con las demás se han recalculado las ecuaciones de regresión. A continuación se han estimado con estas ecuaciones los datos de las estaciones reservadas, con objeto de compararlas con los datos medidos.

Esto se ha llevado a cabo con los datos mensuales de enero y agosto, y en dos modalidades: con y sin procedimiento corrector.

Pero como se recordará (apartados 2.1.1 y 2.1.3), también se dispone de datos de precipitación anual de 57 estaciones de las que, por no disponer de un mínimo de 15 años de observación, no se consideró oportuno emplear sus datos mensuales. Así pues, éstas sí constituyen un conjunto independiente de datos con el que probar las ecuaciones del

modelo. Para ello se han calculado las precipitaciones mensuales de las cuadrículas de  $1 \text{ km}^2$  en las que se hallan ubicadas las 57 estaciones de reserva, y se han sumado para obtener el valor anual, que es el que se puede comparar con los valores medidos.

Por otra parte, además de probar la validez del modelo obtenido mediante un análisis de errores, resulta de interés comparar éstos con los que se producirían mediante el empleo de un método clásico de estimación. Para esta comparación se ha pedido la colaboración de un investigador independiente, el Dr. D. Agustín Jansà i Clar, meteorólogo del Centro Meteorológico Zonal de Palma de Mallorca, con amplia experiencia en estudios climatológicos (A. JANSÀ, 1971; y demás bibliografía citada en este trabajo).

A este investigador se le han facilitado mapas de Baleares con los datos de pluviometría de enero y agosto de todas las estaciones excepto las de número múltiplo de cuatro, y otro con los datos anuales de las 109 estaciones sin excepción.

Los mapas de trabajo utilizados han sido los empleados habitualmente por el mencionado Centro Meteorológico. Una reproducción de los mismos se presenta en la figura 4.8, si bien hay que hacer constar que el original tiene un formato algo mayor al DIN A2. Como se puede observar, en dichos mapas aparecen dibujadas las cotas de nivel cada 200 m, por lo que la altitud es tenida en cuenta a la hora de trazar las isohietas.

De este modo, el Dr. Jansà ha dibujado los tres mapas pluviométricos mencionados (fielmente transcritos en las figuras 4.9, 4.10, y 4.11), y a continuación ha realizado, por interpolación visual, estimaciones de las precipitaciones en las estaciones de comparación, con objeto de contrastarlas con los datos medidos, al igual que las estimaciones del modelo de regresión.

Los resultados se pueden observar en las tablas 4.13,

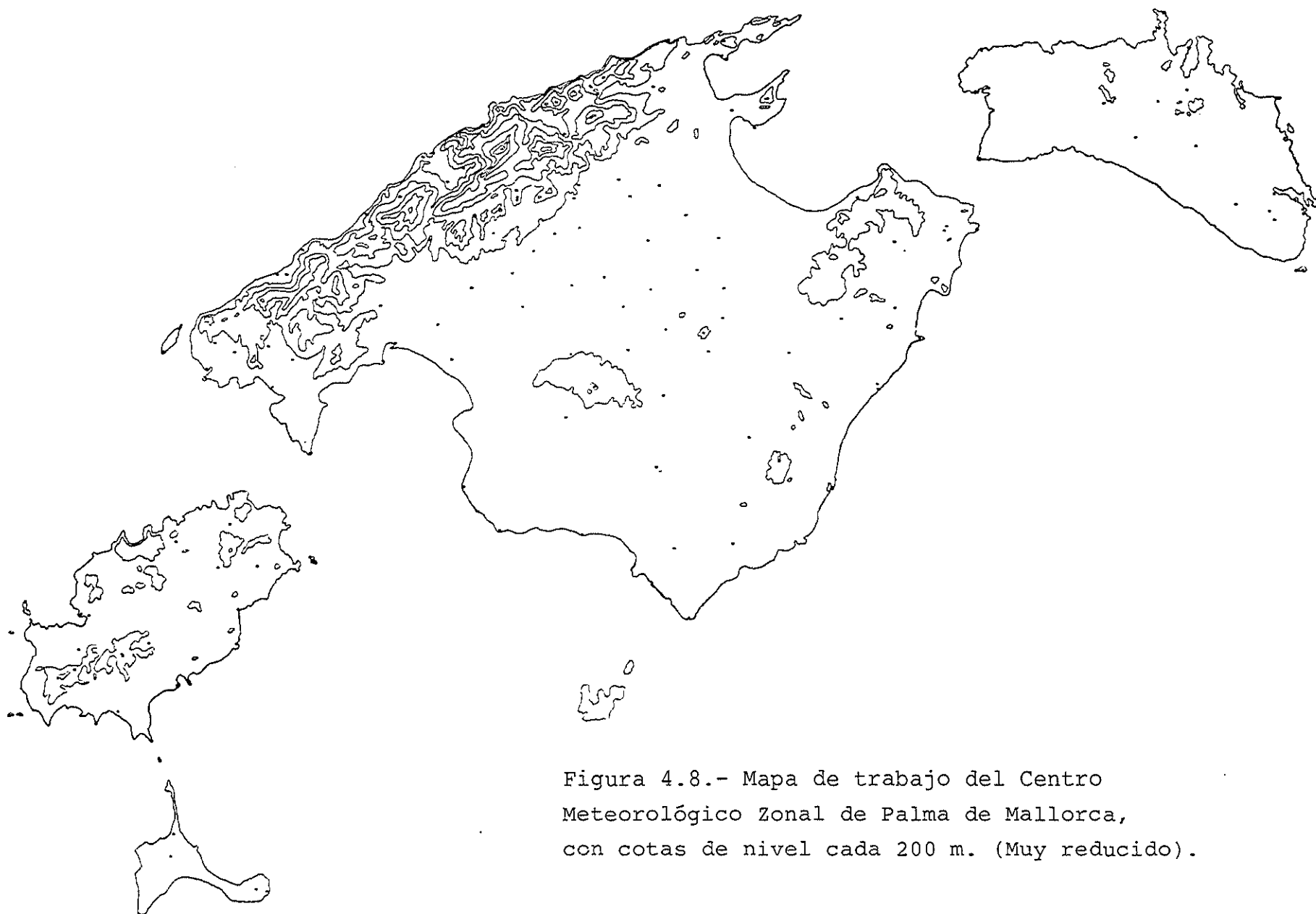


Figura 4.8.- Mapa de trabajo del Centro Meteorológico Zonal de Palma de Mallorca, con cotas de nivel cada 200 m. (Muy reducido).



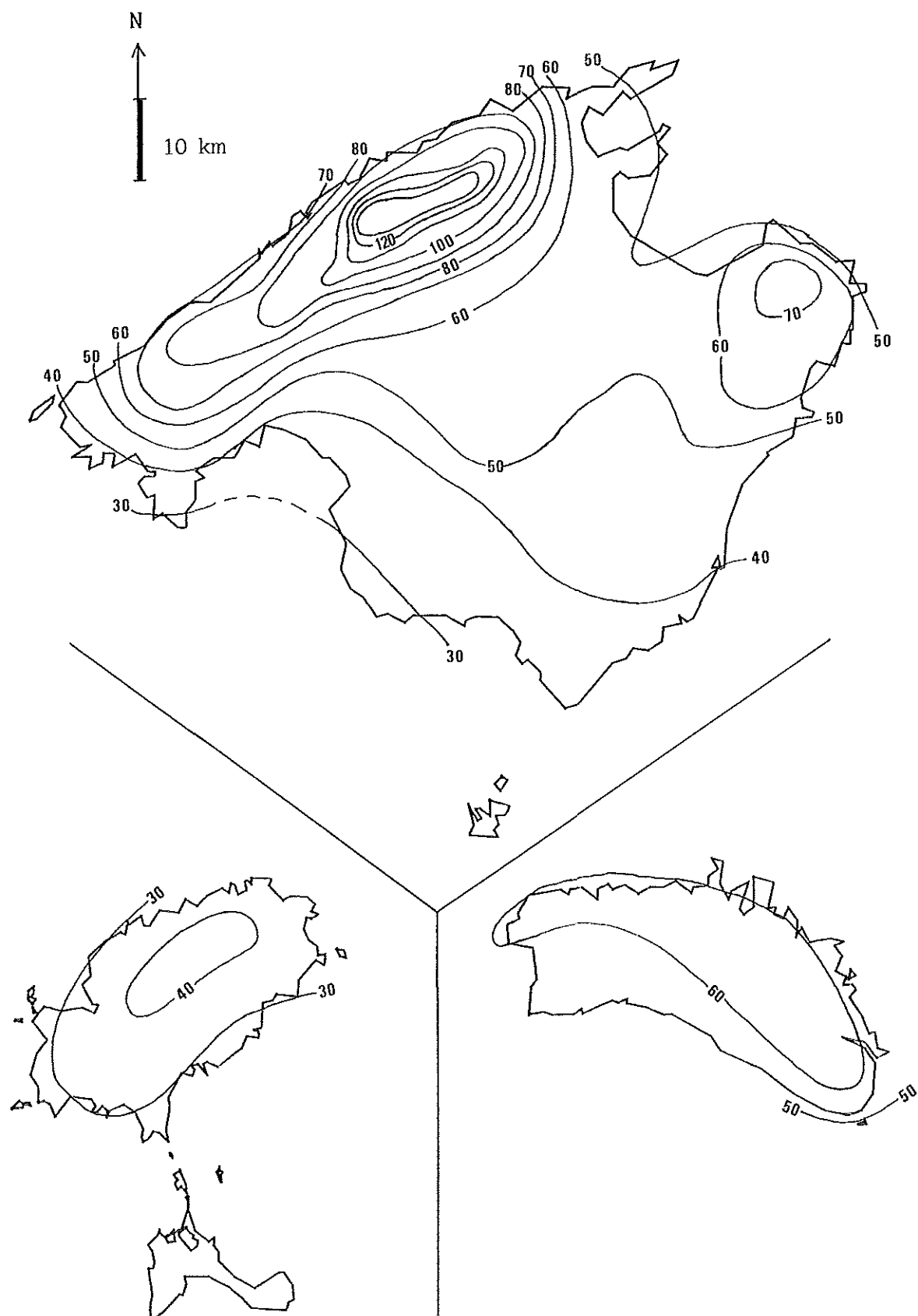


Figura 4.9.- Mapa de precipitación media del mes de enero. (Método clásico, con 3/4 de las estaciones).

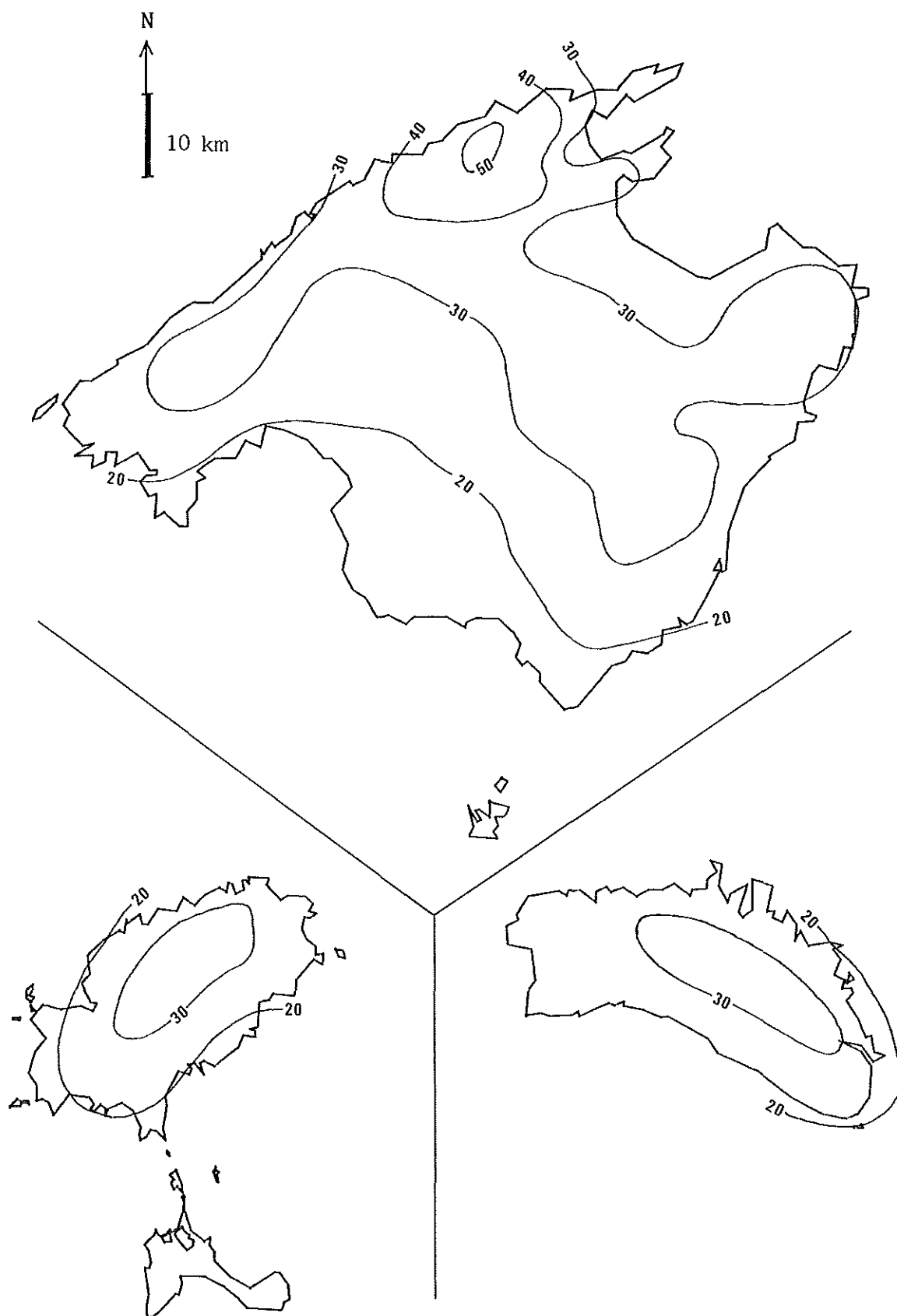


Figura 4.10.- Mapa de precipitación media del mes de agosto. (Método clásico, con 3/4 de las estaciones).

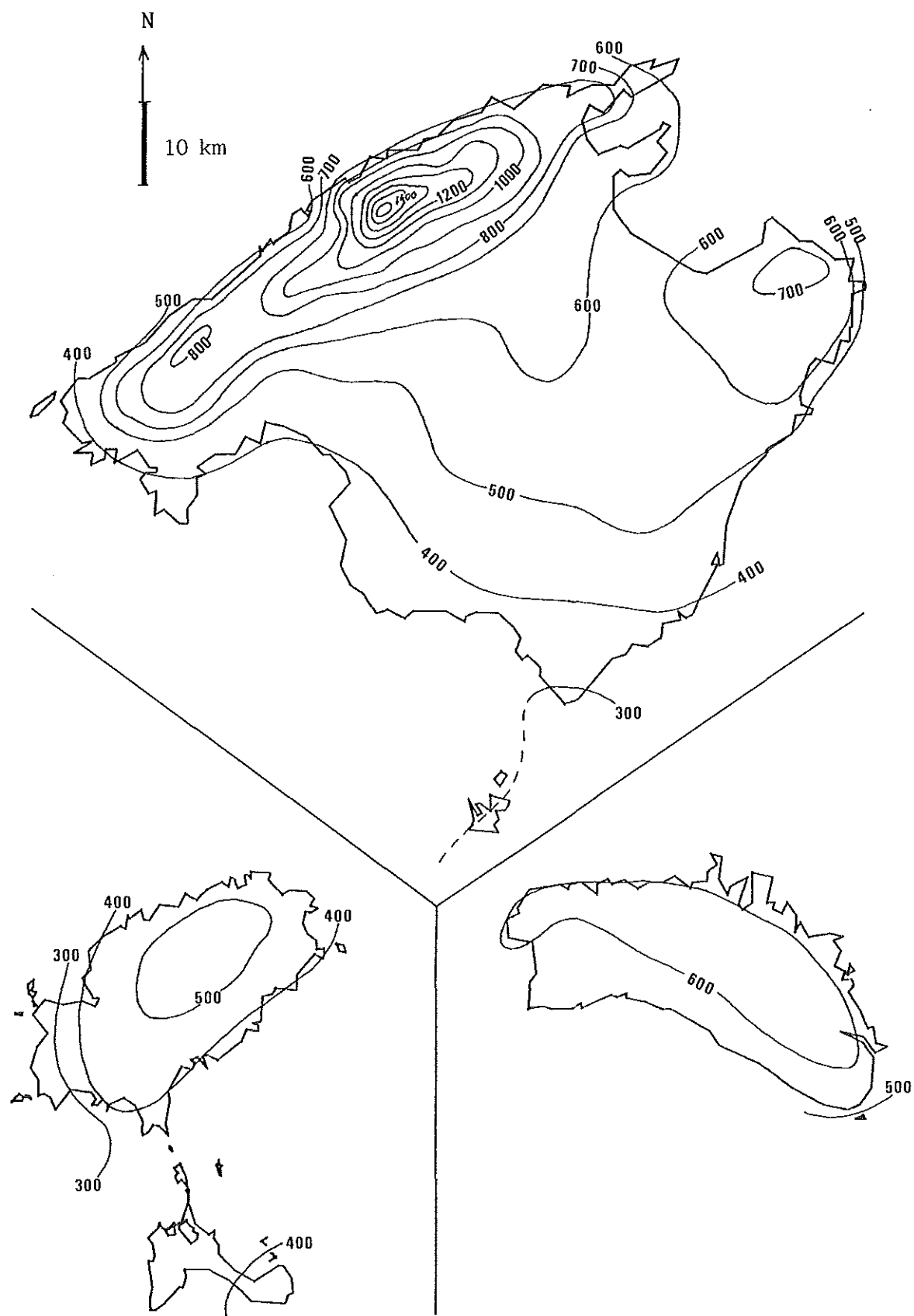


Figura 4.11.- Mapa de precipitación anual media. (Método clásico, con las 109 estaciones).

4.14, y 4.15, en las que se dan los valores observados de precipitación en las estaciones de comparación, acompañados de las estimaciones por el método clásico y por el modelo de regresión ("puro", y corregido), junto con sus desviaciones absolutas y relativas.

Como resumen de éstas se presentan también las desviaciones máxima, media, y típica, que para el mes de enero (tabla 4.13) muestran unos valores mínimos en las estimaciones del modelo corregido (tanto en las absolutas como en las relativas). En el modelo sin corregir resultan en cambio superiores a las del método clásico, exceptuando la desviación máxima.

En el mes de agosto (tabla 4.14) los resultados difieren según que se consideren las desviaciones absolutas o las relativas, puesto que al ser los totales de precipitación mucho menores que los de enero, las desviaciones relativas resultan superiores aun con bajos valores de desviación absoluta. Debido a ello, mientras que las menores desviaciones absolutas son las del modelo corregido, seguidas por las del método clásico (como sucedía en enero), si consideramos las desviaciones relativas los resultados del método clásico resultan mejores que los otros, aunque seguidos de cerca por los del modelo corregido.

En cuanto a los valores anuales (tabla 4.15), se vuelve a observar un comportamiento homogéneo entre las desviaciones absolutas y las relativas. Las desviaciones típicas de las estimaciones del método clásico son algo menores que las del modelo corregido, si bien el sesgo es menor en este último.

La comparación de las estimaciones individuales se ve facilitada por los histogramas de frecuencia de los errores absolutos y relativos, representados en las figuras 4.12, 4.13, y 4.14.

Así, en la figura 4.12 (mes de enero) se observa que aunque únicamente el método clásico presenta errores

Tabla 4.13.- Comparación entre las precipitaciones medias observadas en el mes de enero (Obs.) y las estimadas (E).

(D y % : Desviaciones absolutas y relativas).

Est	Obs.	Método clásico			Modelo de regresión					
					Puro			Corregido		
		-E	-D	%	E	D	%	-E	-D	%
4	58,1	52,0	-6,1	-10,5	60,5	2,4	4,1	58,9	0,8	1,4
8	62,0	63,0	1,0	1,6	78,1	16,1	26,0	72,8	10,8	17,4
12	50,2	76,0	25,8	51,4	69,2	19,0	37,8	60,5	10,3	20,5
16	100,4	100,0	-0,4	-0,4	102,1	1,7	1,7	105,2	4,8	4,8
20	94,2	97,0	2,8	3,0	88,5	-5,7	-6,1	87,0	-7,2	-7,6
24	105,4	98,0	-7,4	-7,0	89,3	-16,1	-15,3	96,3	-9,1	8,6
28	32,7	37,0	4,3	13,1	26,5	-6,2	-19,0	31,4	-1,3	-4,0
32	132,7	120,0	-12,7	-9,6	120,3	-12,4	-9,3	130,4	-2,3	-1,7
36	147,0	145,0	-2,0	-1,4	128,1	-18,9	-12,9	136,0	-11,0	-7,5
40	105,1	88,0	-17,1	-16,3	94,4	-10,7	-10,2	102,0	-3,1	-2,9
44	35,3	33,0	-2,3	-6,5	34,0	-1,3	-3,7	30,8	-4,5	-12,7
48	52,9	54,0	1,1	2,1	61,2	8,3	15,7	57,3	4,4	8,3
52	50,7	48,0	-2,7	-5,3	51,4	0,7	1,4	48,5	-2,2	-4,3
56	51,2	68,0	16,8	32,8	62,8	11,6	22,7	59,2	8,0	15,6
60	42,0	44,0	2,0	4,8	45,3	3,3	7,9	43,0	1,0	2,4
64	77,4	55,0	-22,4	-28,9	59,2	-18,2	-23,5	60,3	-17,1	-22,1
68	105,3	108,0	2,7	2,6	92,9	-12,4	-11,8	103,5	-1,8	-1,7
72	77,2	78,0	0,8	1,0	80,9	3,7	4,8	76,3	-0,9	-1,2
76	35,8	36,0	0,2	0,6	23,8	-12,0	-33,5	26,9	-8,9	-24,9
80	52,2	57,0	4,8	9,2	59,9	7,7	14,8	57,5	5,3	10,2
84	26,2	33,0	6,8	26,0	18,6	-7,6	-29,0	21,0	-5,2	-19,8
88	58,5	65,0	6,5	11,1	64,1	5,6	9,6	61,0	2,5	4,3
92	78,4	88,0	9,6	12,2	75,4	-3,0	-3,8	73,9	-4,5	-5,7
96	58,9	59,0	0,1	0,2	54,1	-4,8	-8,1	55,2	-3,7	-6,3
100	66,8	65,0	-1,8	-2,7	57,4	-9,4	-14,1	63,4	-3,4	-5,1
104	34,2	32,0	-2,4	-7,0	31,5	-2,7	-7,9	35,6	1,4	4,1
108	31,9	30,0	-1,9	-6,0	18,9	-13,0	-40,8	28,4	-3,5	-11,0
Desv. máximas			25,8	51,4		19,0	-40,8		-17,1	-24,9
Desv. medias			0,2	2,6		-2,7	-3,8		-1,5	-1,5
Desv. típicas			9,3	15,8		10,5	18,6		6,6	11,3

Tabla 4.14.- Comparación entre las precipitaciones medias observadas en el mes de agosto (Obs.) y las estimaciones (E). (D y % : Desviaciones absolutas y relativas).

Est	Obs.	Método clásico			Modelo de regresión					
					Puro			Corregido		
		-E	D	%	-E	D	%	E	D	%
4	29,0	28,0	-1,0	-3,4	31,4	2,4	8,3	32,6	3,6	12,4
8	27,2	28,0	0,8	2,9	29,4	2,2	8,1	28,0	0,8	2,9
12	26,5	26,0	-0,5	1,9	27,6	1,1	4,2	24,3	-2,2	-8,3
16	36,9	30,0	-6,9	-18,7	37,5	0,6	1,6	37,6	0,7	1,9
20	29,8	32,0	2,2	7,4	32,0	2,2	7,4	27,3	-2,5	-8,4
24	40,4	42,0	1,6	4,0	38,7	-1,7	-4,2	43,3	2,9	7,2
28	18,0	18,0	0,0	0,0	21,0	3,0	16,7	19,4	1,4	7,8
32	48,9	44,0	-4,9	-10,0	41,6	-7,3	-14,9	45,6	-3,3	-6,7
36	48,7	40,0	-8,7	-17,9	44,7	-4,0	-8,2	46,6	-2,1	-4,3
40	42,7	34,0	-8,7	-20,4	34,9	-7,8	-18,3	35,1	-7,6	-17,8
44	16,8	16,0	-0,8	-4,8	17,1	0,3	1,8	15,6	-1,2	-7,1
48	31,4	32,0	0,6	1,9	33,3	1,9	6,1	31,2	-0,2	-0,6
52	24,5	25,0	0,5	2,0	26,2	1,7	6,9	24,2	-0,3	-1,2
56	26,1	29,0	2,9	11,1	29,7	3,6	13,8	27,5	1,4	5,4
60	18,1	22,0	3,9	21,5	22,4	4,3	23,8	22,6	4,5	24,9
64	41,0	29,0	-12,0	-29,3	29,1	-11,9	-29,0	30,2	-10,8	-26,3
68	47,6	49,0	1,4	2,9	36,8	-10,8	-22,7	48,3	0,7	1,5
72	30,3	31,0	0,7	2,3	30,7	0,4	1,3	29,9	-0,4	-1,3
76	12,8	16,0	3,2	25,0	20,9	8,1	63,3	19,2	6,4	50,0
80	27,2	28,0	0,8	2,9	28,8	1,6	5,9	27,3	0,1	0,4
84	9,9	15,0	5,1	51,5	17,7	7,8	78,8	16,2	6,3	63,6
88	29,4	27,0	-2,4	-8,2	26,8	-2,6	-8,8	29,7	0,3	1,0
92	26,3	32,0	5,7	21,7	30,9	4,6	17,5	27,2	0,9	3,4
96	30,0	25,0	-5,0	-16,7	25,3	-4,7	-15,7	23,0	-7,0	-23,3
100	27,2	28,0	0,8	2,9	27,8	0,6	2,2	28,2	1,0	3,7
104	24,2	22,0	-2,2	-9,1	22,8	-1,4	-5,8	22,9	-1,3	-5,4
108	14,2	15,0	0,8	5,6	15,2	1,0	7,0	14,8	0,6	4,2
Desv. máximas		-12,0	51,5		-11,9	78,8		-10,8	63,6	
Desv. medias		-0,8	1,1		-0,2	5,4		-0,3	2,9	
Desv. típicas		4,4	16,4		4,9	23,5		3,8	19,0	

Tabla 4.15.- Comparación entre las precipitaciones medias anuales observadas (Obs.) y las estimaciones (E).

(D y % : Desviaciones absolutas y relativas).

Est	Obs.	Método clásico			Modelo de regresión					
					Puro			Corregido		
		E	D	%	E	D	%	E	D	%
110	778	820	42	5,4	812	34	4,4	818	40	5,1
111	720	730	10	1,4	778	58	8,1	780	60	8,3
112	667	630	-37	-5,5	659	-8	-1,2	687	20	3,0
113	548	540	-8	-1,5	540	-8	-1,5	530	-18	-3,3
114	542	470	-72	-13,3	645	103	19,0	581	39	7,2
115	695	670	-25	-3,6	641	-54	-7,8	667	-28	-4,0
116	640	650	10	1,6	685	45	7,0	659	19	3,0
117	596	610	14	2,3	571	-25	-4,2	565	-31	-5,2
118	843	970	127	15,1	956	113	13,4	878	35	4,2
119	914	910	-4	-0,4	637	-277	-30,3	645	-269	-29,4
120	460	500	40	8,7	553	93	20,2	509	49	10,7
121	997	980	-17	-1,7	973	-24	-2,4	1055	58	5,8
122	555	610	55	9,9	605	50	9,0	597	42	7,6
123	511	590	79	15,5	562	51	10,0	571	60	11,7
124	1252	1400	148	11,8	1097	-155	-12,4	1168	-84	-6,7
125	1081	1100	19	1,8	972	-109	-10,1	1105	24	2,2
126	1445	1500	55	3,8	1251	-194	-13,4	1366	-79	-5,5
127	1443	1400	-43	-3,0	1217	-226	-15,7	1292	-151	-10,5
128	657	730	73	11,1	744	87	13,2	663	6	0,9
129	713	600	-113	-15,8	927	214	30,0	853	140	19,6
130	735	600	-135	-18,4	927	192	26,1	853	118	16,1
131	534	515	-19	-3,6	546	12	2,2	518	-16	-3,0
132	900	950	50	5,6	928	28	3,1	892	-8	-0,9
133	487	460	-27	-5,5	485	-2	-0,4	451	-36	-7,4
134	518	490	-28	-5,4	535	17	3,3	501	-17	-3,3
135	394	390	-4	-1,0	360	-34	-8,6	391	-3	-0,8
136	422	370	-52	-12,3	361	-61	-14,5	410	-12	-2,8
137	405	420	15	3,7	385	-20	-4,9	402	-3	-0,7
138	550	630	80	14,5	576	26	4,7	592	42	7,6
139	601	550	-51	-8,5	568	-33	-5,5	545	-56	-9,3

(Continuación tabla 4.15)

Est.	Obs.	Modelo clásico			Modelo de regresión					
					Puro			Corregido		
		E	D	%	E	D	%	E	D	%
140	497	530	33	6,6	567	70	14,1	535	38	7,6
141	662	580	-82	-12,4	657	-5	-0,8	592	-70	-10,6
142	522	510	-12	-2,3	481	-41	-7,9	477	-45	-8,6
143	557	580	23	4,1	625	68	12,2	585	28	5,0
144	596	580	-16	-2,7	620	24	4,0	610	14	2,3
145	434	500	66	15,2	518	84	19,4	495	61	14,1
146	455	460	5	1,1	474	19	4,2	467	12	2,6
147	600	630	30	5,0	612	12	2,0	642	42	7,0
148	619	590	-29	-4,7	610	-9	-1,5	605	-14	-2,3
149	830	940	110	13,3	754	-76	-9,2	874	44	5,3
150	624	640	16	2,6	596	-28	-4,5	636	12	1,9
151	533	580	47	8,8	568	35	6,6	576	43	8,1
152	565	610	45	8,0	637	72	12,7	609	44	7,8
153	839	870	31	3,7	821	-18	-2,1	803	-36	-4,3
154	836	860	24	2,9	967	131	15,7	881	45	5,4
155	826	700	-126	-15,3	818	-8	-1,0	776	-50	-6,1
156	383	300	-83	-21,7	262	-121	-31,6	269	-114	-29,8
157	512	620	108	21,1	624	112	21,9	648	136	26,6
158	603	600	-3	-0,5	587	-16	-2,7	617	14	2,3
159	637	650	13	2,0	653	16	2,5	679	42	6,6
160	467	470	3	0,6	464	-3	-0,6	507	40	8,6
161	396	420	24	6,1	389	-7	-1,8	394	-2	-0,5
162	486	410	-76	-15,6	355	-131	-27,0	376	-110	-22,6
163	520	440	-80	-15,4	446	-74	-14,2	468	-52	-10,0
164	526	510	-16	-3,0	452	-74	-14,1	482	-44	-8,4
165	331	360	29	8,8	256	-75	-22,7	357	26	7,9
166	447	370	-77	-17,2	249	-198	-44,3	354	-93	-20,8
Desv. máximas			148	-21,7		-277	-44,3		-269	-29,8
Desv. medias			3,1	0,3		-6,1	-0,5		-0,8	0,3
Desv. típicas			60,7	9,7		94,3	14,4		68,1	10,5



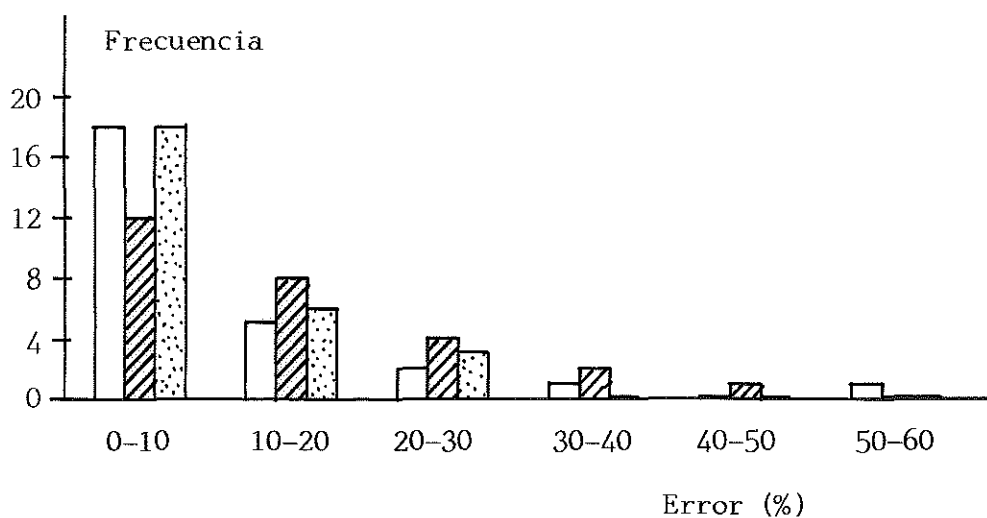
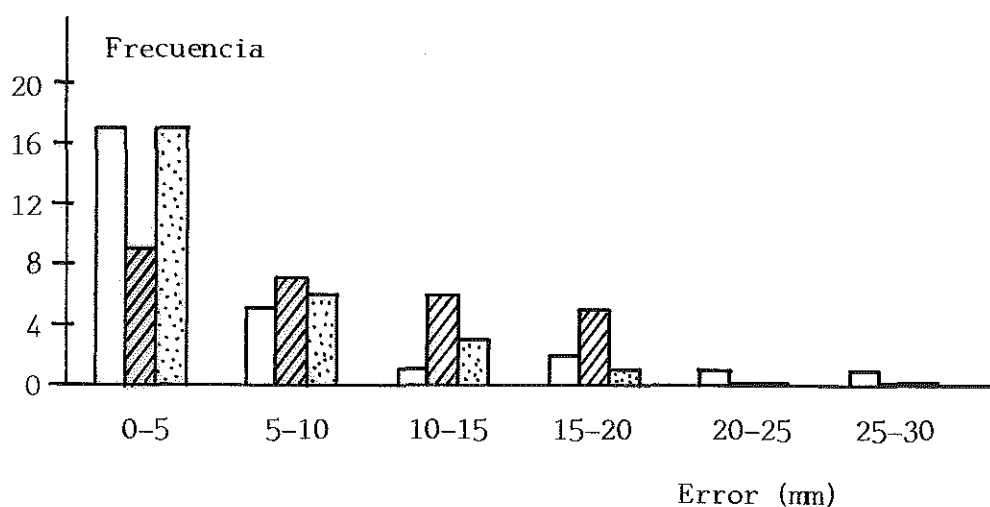





Figura 4.12.- Distribución de frecuencias de los errores absolutos y relativos producidos por el método clásico () , el modelo puro () , y el modelo corregido () , en la estimación de las precipitaciones medias del mes de enero.

superiores a 20 mm, el modelo puro supera a los otros dos en errores comprendidos entre 5 y 20 mm. El modelo corregido es claramente el que produce los mínimos errores, que en ningún caso superan el 30%.

En agosto (figura 4.13), sólo dos errores, superiores al 50%, impiden apreciar una clara ventaja del modelo corregido sobre los demás. Y ello sucede con las estaciones números 76 (S'Avall) y 84 (Faro Cabo Salinas) que, situadas en el extremo sur de Mallorca, son las que presentan las precipitaciones más bajas de todas las estaciones de comparación, con lo que sus errores relativos se ven maximizados.

Con los totales anuales (figura 4.14) se vuelve a observar cómo el modelo corregido es el que mantiene el mayor número de errores en la primera marca de clase (la de magnitud más pequeña). Esta ventaja inicial sobre el método clásico sólo se ve disminuída por 2 casos en los errores absolutos, y 5 en los relativos.

Vemos pues que el modelo puro es el que produce los mayores errores (lo que confirma la conveniencia del empleo del procedimiento corrector), y que el modelo corregido ofrece unos resultados de calidad comparable a los de un cuidadoso análisis manual, con las ventajas del automatismo y una mayor objetividad.

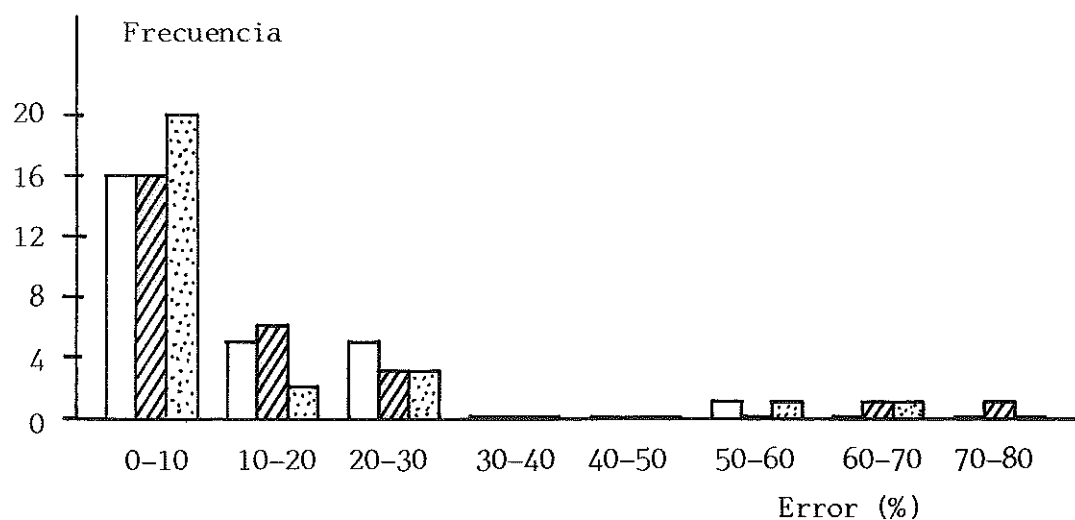
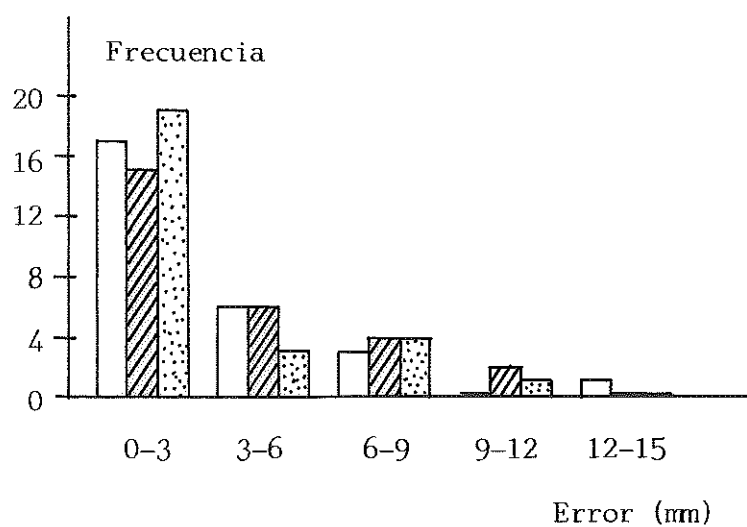





Figura 4.13.- Distribución de frecuencias de los errores absolutos y relativos producidos por el método clásico () , el modelo puro () , y el modelo corregido () , en la estimación de las precipitaciones medias del mes de agosto.

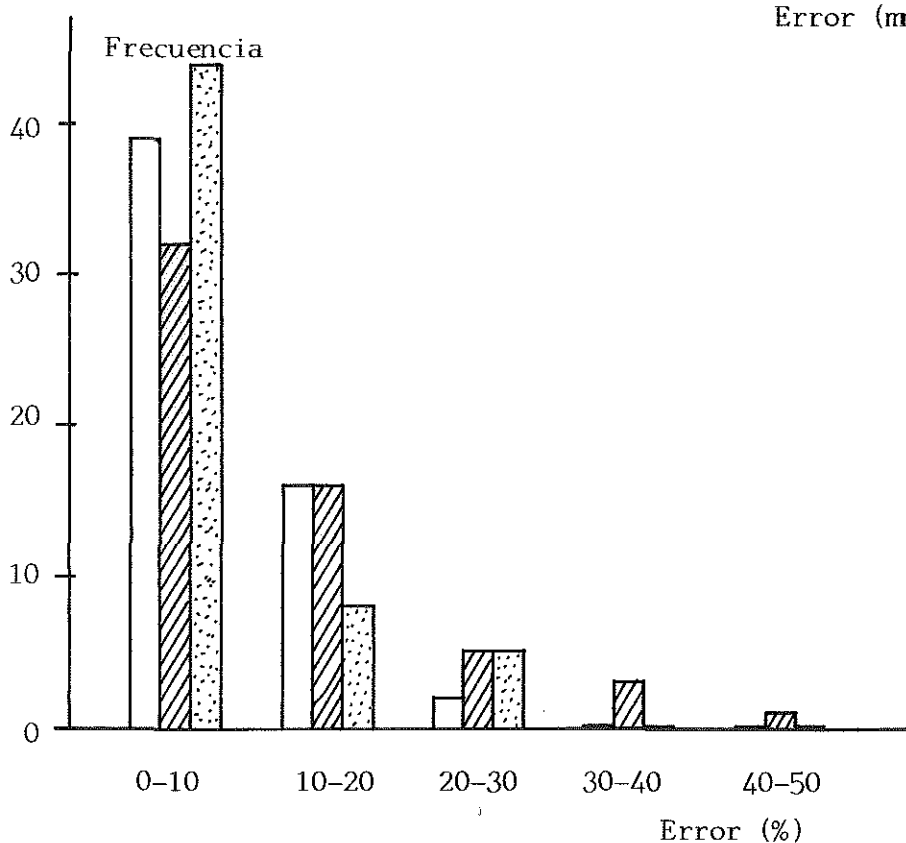
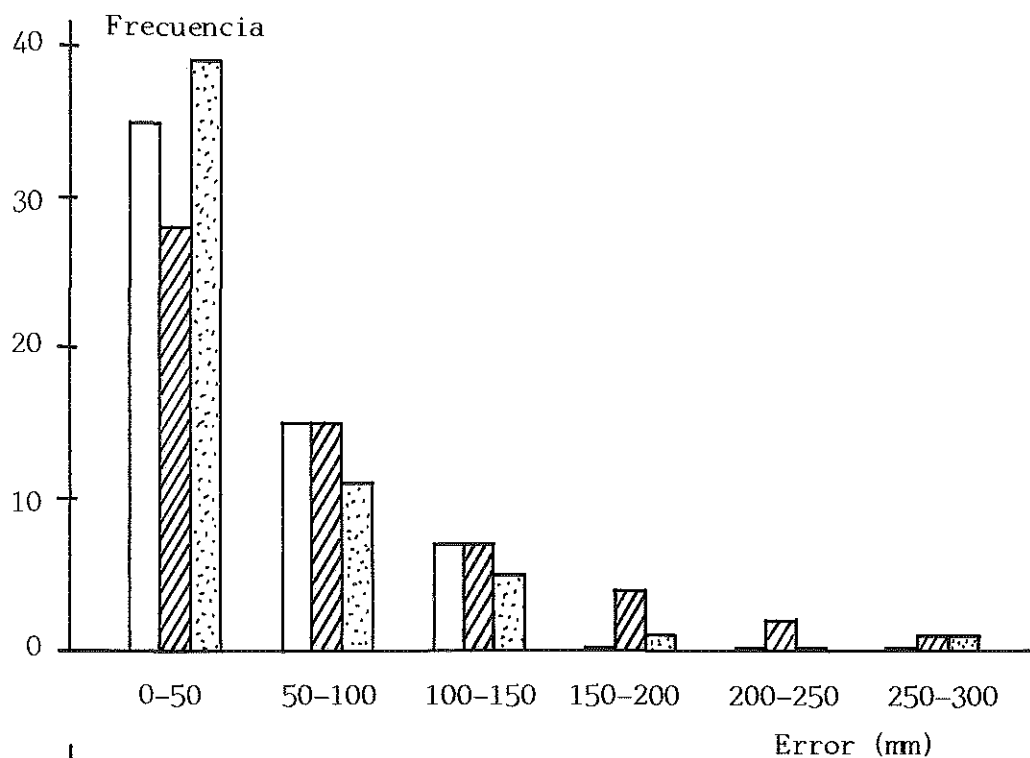





Figura 4.14.- Distribución de frecuencias de los errores absolutos y relativos producidos por el método clásico () , el modelo puro () , y el modelo corregido () , en la estimación de las precipitaciones anuales medias.

#### 4.4.2. Temperaturas.

##### 4.4.2.1. Primeros análisis.

En la tabla 4.16 se presenta la matriz de coeficientes de correlación entre los 32 parámetros geográficos a ensayar con las temperaturas (los 29 empleados con las precipitaciones, más los 3 específicos para temperaturas). Las relaciones de afinidad entre ellos se aprecian mejor en la figura 4.15, en la que se representa el dendrograma de afinidades, realizado a partir de los valores absolutos de los coeficientes de correlación, por el método del vecino más próximo. Como sucedía con las estaciones pluviométricas (figura 4.1), se observan claramente los grupos formados por los parámetros de altitud (A a A13), a los que se añaden los de relieve (R3 a R7), y los del factor costa (MR3 a MR13). A un nivel algo más inferior (entre 0,8 y 0,9) se agrupan también las convexidades, C3 a C13 (que conectan con el grupo de altitud y relieve a nivel 0,74), las pendientes hacia el norte de 1 y 3 km (PN1 y PN3), y las coordenadas U.T.M. (X e Y). Los demás parámetros presentan ya afinidades inferiores, con un mínimo que vuelve a corresponder a la superficie urbana relativa (UR3), a la que se une ahora el factor límite urbano (UL).

Los coeficientes de correlación entre estos parámetros y los valores mensuales de las temperaturas máximas medias, mínimas medias, y mínimas absolutas medias, se presentan en las tablas 4.17, 4.18, y 4.19, respectivamente.

El factor altitud es el que presenta los coeficientes más elevados en los tres casos, si bien, mientras que para las temperaturas máximas medias los valores más altos se dan en invierno, para las mínimas (tanto medias como absolutas medias) tienen lugar en verano. En temperaturas máximas el

Tabla 4.16.- Coeficientes de correlación (en %) entre los 32 parámetros geográficos de las estaciones termométricas (n=34).

	2	3	4
1	84	0	0
2		23	25
3			98

	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	0	-3	-7	-12	5	-9	2	-2	11	-10	-15	-16	-1	1
2	28	28	27	-13	8	-8	15	-18	27	27	23	23	-3	0
3	94	91	86	23	-33	14	15	-35	-4	80	50	62	34	71
4	99	96	91	32	-41	19	10	-33	2	82	55	68	14	60
5		99	94	30	-42	15	7	-38	9	85	64	76	1	46
6			98	20	-34	6	12	-43	17	89	74	84	0	39
7				9	-25	-4	20	-49	28	92	83	91	0	30
8					-75	84	-30	31	-15	5	-25	-9	-37	30
9						-48	53	11	5	-18	11	-10	31	-20
10							11	67	-23	0	-30	-22	-21	32
11								32	22	32	32	19	24	19
12									-43	-48	-52	-59	-13	2
13										27	45	43	-27	-30
14											84	89	8	30
15												96	-12	-12
16													-11	0
17														67
...														

(Sigue)



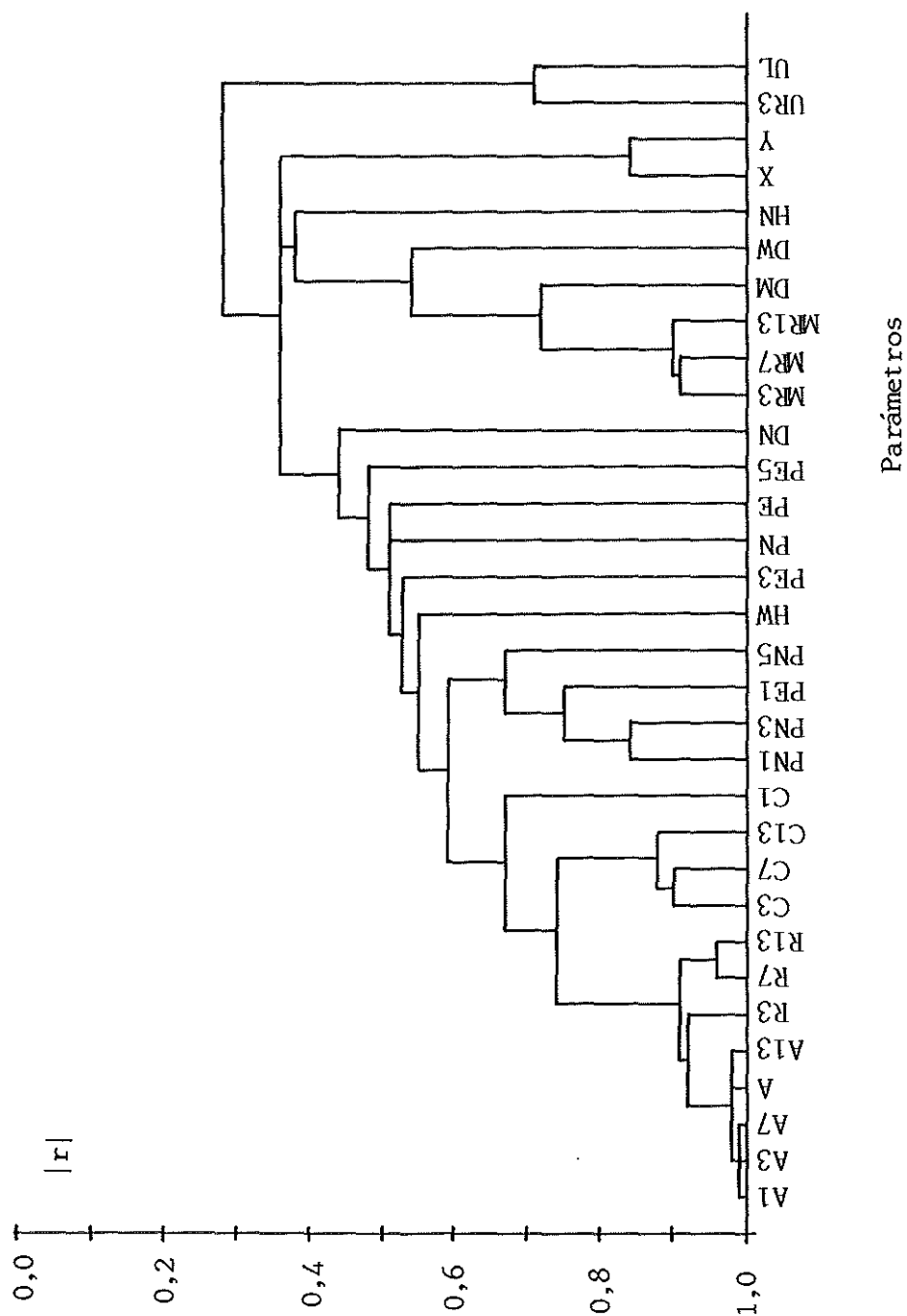


Figura 4.15.- Dendrograma de afinidades entre los parámetros geográficos de las 34 estaciones termométricas.



Tabla 4.17.- Coeficientes de correlación (en %) entre los parámetros geográficos de las estaciones termométricas y las temperaturas máximas medias mensuales.

Parám.		-Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
1	X	-12	-15	-16	-16	-18	-16	-17	-18	-18	-15	-13	-12
2	Y	-29	-30	-30	-28	-26	-21	-18	-21	-26	-30	-30	-30
3	A	-94	-93	-92	-89	-80	-72	-61	-65	-78	-88	-92	-94
4	A1	-89	-88	-87	-84	-74	-64	-53	-56	-70	-81	-86	-89
5	A3	-84	-83	-82	-78	-67	-58	-46	-50	-64	-75	-81	-84
6	A7	-82	-81	-79	-75	-64	-55	-44	-48	-62	-73	-79	-83
7	A13	-77	-76	-74	-69	-59	-50	-40	-44	-58	-69	-76	-79
8	PN1	-9	-10	-9	-8	-2	5	13	14	9	5	-3	-7
9	PE1	21	23	23	24	19	13	6	5	9	11	17	20
10	PN3	1	-1	0	0	5	12	17	17	15	10	4	2
11	PE3	-13	-11	-9	-9	-8	-8	-9	-11	-12	-15	-15	-13
12	PN5	41	40	40	38	39	41	40	41	45	43	43	42
13	PE5	2	4	9	15	18	20	21	19	13	9	2	0
14	R3	-72	-70	-70	-68	-62	-56	-50	-53	-62	-69	-72	-73
15	R7	-44	-41	-40	-37	-30	-26	-21	-25	-34	-41	-44	-46
16	R13	-54	-52	-50	-46	-38	-32	-25	-28	-40	-49	-54	-56
17	C1	-45	-45	-44	-46	-50	-53	-55	-55	-55	-53	-48	-43
18	C3	-72	-72	-71	-71	-69	-66	-59	-61	-67	-70	-70	-69
19	C7	-51	-53	-53	-55	-54	-51	-46	-45	-48	-49	-49	-48
20	C13	-68	-69	-69	-69	-64	-58	-48	-49	-57	-61	-64	-66
21	HN	-21	-17	-9	0	11	18	26	23	10	-9	-20	-23
22	HW	-39	-38	-35	-33	-23	-12	-3	-7	-22	-35	-40	-42
23	DM	-6	-6	-2	4	16	27	33	30	17	2	-5	-9
24	DN	19	20	25	29	31	30	30	29	28	25	21	20
25	DW	14	16	17	17	21	26	28	26	23	18	16	14
26	MR3	20	20	19	15	11	5	-1	0	10	15	18	20
27	MR7	26	26	25	21	15	7	0	3	13	19	23	27
28	MR13	19	17	14	9	0	-8	-14	-11	1	10	16	20
29	UR3	6	7	11	13	12	12	11	11	11	4	3	4
30	PN	-1	-2	-2	-1	5	11	17	17	13	7	4	-2
31	PE	-10	-10	-8	-8	-14	-21	-25	-26	-26	-18	-14	-11
32	UL	4	5	11	13	11	10	7	7	8	3	0	2

Tabla 4.18.- Coeficientes de correlación (en %) entre los parámetros geográficos de las estaciones termométricas y las temperaturas mínimas medias mensuales.

Parám.		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
1	X	-1	-1	0	-1	-3	-2	-1	-2	-2	1	3	2
2	Y	-11	-10	-10	-13	-16	-15	-15	-17	-17	-15	-10	-8
3	A	-69	-69	-70	-75	-78	-79	-77	-78	-78	-78	-71	-71
4	A1	-69	-70	-71	-76	-79	-81	-80	-81	-81	-80	-73	-71
5	A3	-68	-68	-69	-75	-78	-80	-80	-81	-81	-80	-72	-70
6	A7	-65	-65	-66	-72	-74	-77	-77	-78	-78	-77	-69	-67
7	A13	-59	-59	-60	-65	-67	-69	-69	-71	-72	-71	-63	-61
8	PN1	-20	-19	-20	-26	-30	-33	-32	-33	-29	-28	-23	-20
9	PE1	26	27	28	34	38	42	43	45	41	38	31	28
10	PN3	-3	-3	-3	-10	-15	-17	-16	-16	-12	-10	-6	-2
11	PE3	9	9	10	9	10	12	13	14	12	12	12	10
12	PN5	30	29	30	29	27	27	28	30	32	33	31	32
13	PE5	-2	0	1	2	4	6	4	2	1	0	0	0
14	R3	-49	-48	-50	-55	-57	-59	-59	-61	-61	-60	-53	-51
15	R7	-30	-30	-32	-34	-35	-37	-39	-40	-41	-40	-35	-32
16	R13	-40	-39	-42	-45	-46	-49	-51	-52	-54	-52	-45	-42
17	C1	-14	-16	-15	-13	-10	-7	-4	-3	-5	-8	-10	-15
18	C3	-45	-46	-46	-48	-49	-48	-44	-44	-43	-45	-42	-46
19	C7	-36	-37	-36	-39	-41	-40	-36	-36	-34	-35	-34	-36
20	C13	-57	-57	-58	-63	-66	-68	-65	-65	-63	-63	-58	-57
21	HN	-39	-40	-40	-37	-37	-34	-34	-35	-37	-39	-41	-40
22	HW	-37	-38	-39	-41	-43	-42	-40	-41	-44	-46	-42	-39
23	DM	-13	-13	-12	-12	-12	-9	-7	-7	-9	-10	-10	-11
24	DN	-27	-27	-25	-19	-13	-7	-6	-5	-6	-10	-22	-26
25	DW	-1	0	2	5	5	8	11	12	10	6	3	0
26	MR3	33	33	33	32	30	28	28	27	28	29	30	34
27	MR7	38	38	37	36	33	31	30	30	31	32	33	38
28	MR13	36	37	35	33	31	28	26	25	28	29	32	37
29	UR3	29	28	29	30	29	30	29	27	25	25	27	28
30	PN	-17	-16	-17	-18	-21	-22	-23	-23	-22	-21	-20	-16
31	PE	4	4	5	6	8	10	11	10	9	8	7	4
32	UL	43	43	44	45	48	48	47	44	41	40	41	41

Tabla 4.19.- Coeficientes de correlación (en %) entre los parámetros geográficos de las estaciones termométricas y las temperaturas mínimas absolutas medias mensuales.

Parám.	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
1 X	3	6	6	2	-4	-2	-6	-1	-1	2	3	4
2 Y	-6	-1	-5	-6	-14	-15	-19	-15	-15	-11	-6	-5
3 A	-66	-63	-68	-68	-70	-74	-76	-77	-74	-73	-67	-68
4 A1	-67	-64	-68	-68	-71	-76	-78	-78	-75	-74	-68	-68
5 A3	-65	-62	-67	-66	-70	-75	-77	-78	-75	-74	-66	-67
6 A7	-63	-59	-64	-63	-67	-72	-74	-75	-73	-71	-64	-64
7 A13	-56	-52	-58	-56	-60	-65	-67	-69	-67	-65	-57	-58
8 PN1	-19	-20	-20	-22	-21	-23	-23	-22	-21	-21	-18	-21
9 PE1	27	27	27	29	28	31	34	34	30	32	25	29
10 PN3	-3	-4	-5	-7	-8	-9	-7	-6	-4	-3	-3	-3
11 PE3	10	12	9	11	8	9	11	11	10	14	9	11
12 PN5	31	28	30	27	26	28	31	33	32	34	28	32
13 PE5	-1	3	-2	5	5	8	6	6	2	3	3	-1
14 R3	-48	-45	-50	-47	-51	-56	-57	-60	-56	-55	-48	-49
15 R7	-29	-26	-31	-27	-32	-37	-38	-41	-40	-37	-31	-30
16 R13	-38	-35	-41	-37	-41	-46	-48	-51	-49	-47	-39	-40
17 C1	-13	-14	-13	-15	-14	-12	-11	-12	-10	-11	-15	-12
18 C3	-42	-42	-43	-45	-45	-45	-45	-45	-42	-42	-43	-43
19 C7	-35	-36	-34	-37	-36	-36	-36	-34	-31	-33	-34	-35
20 C13	-55	-55	-56	-58	-59	-62	-63	-61	-58	-58	-55	-56
21 HN	-38	-35	-39	-33	-31	-30	-29	-28	-35	-35	-37	-38
22 HW	-32	-29	-33	-32	-33	-38	-37	-38	-40	-39	-34	-34
23 DM	-4	-2	-5	-10	-10	-7	-8	-5	-10	-6	-9	-6
24 DN	-26	-28	-23	-24	-18	-10	-6	-4	-13	-15	-25	-25
25 DW	6	7	8	5	8	10	11	14	8	8	4	4
26 MR3	29	26	28	28	28	26	27	28	30	29	29	30
27 MR7	32	29	32	31	31	28	31	30	33	32	33	33
28 MR13	29	27	29	29	28	25	25	24	29	28	30	31
29 UR3	34	36	36	34	34	34	31	34	30	32	32	33
30 PN	-18	-19	-17	-18	-17	-21	-22	-20	-22	-22	-18	-19
31 PE	4	7	6	7	4	6	5	7	7	7	7	5
32 UL	47	51	51	54	56	55	52	53	49	49	49	46

parámetro de altitud más correlacionado es A, la altitud puntual de la estación, pero en temperaturas mínimas resulta mejor la altitud media de 1 km<sup>2</sup>, A1.

A la altitud le siguen en importancia el relieve y la convexidad, pero ello puede ser debido a la elevada correlación interna entre estos factores. Aparte de ellos se destacan, en temperaturas máximas medias, la pendiente hacia el norte a lo largo de 5 km (PN5), y en mínimas, las alturas máximas (HN y HW) y, sobre todo, la distancia al límite urbano (UL).

Los demás parámetros presentan correlaciones menores, y su posible importancia sólo se pondrá de manifiesto al analizar sus coeficientes de correlación parcial.

Aquí no resulta práctico efectuar análisis de regresión múltiple de las temperaturas mensuales con todos los parámetros simultáneamente, como se hizo con las precipitaciones, ya que entonces el número de grados de libertad quedaría reducido a:  $34-32-1 = 1$ , y por tanto los resultados carecerían de toda significación.

#### 4.4.2.2. Selección de los parámetros más significativos

El proceso de selección se ha efectuado de modo análogo a como se realizó para las precipitaciones, con los meses de enero, abril, julio y octubre, como representativos de las diferentes estaciones del año.

Para las temperaturas máximas medias (tabla 4.20), en el paso 1 se han ensayado los parámetros que, dentro de cada factor, ofrecían los mayores coeficientes de correlación. Además se han incluido los tres parámetros de entorno reducido, PN, PE y UL, con lo que el número de parámetros ensayados en este paso asciende a 15. La mayoría de coeficientes parciales de correlación no alcanzan valores significativos, por lo que en el paso 2 se suprimen seis

Tabla 4.20.- Evolución de los coeficientes parciales de correlación (en %) de los parámetros ensayados con las temperaturas máximas medias de enero, abril, julio, y octubre, durante el proceso de selección de los mismos. También se dan los valores críticos de  $|r'|$  para  $P < 0,1$ , los coeficientes de determinación múltiple ( $R^2$ ), y los errores típicos (E.t.).

Paso	Mes	Parâmetros										r'  crítico				E.t. (°C)			
		X	Y	A	PE1	PN5	R3	C3	HN	HW	DN	MR7	UR3	PN	PE		UL	P < 0,1	R <sup>2</sup>
1	Ene	-23	11	-70	-55	46	-6	-24	-16	38	-6	-34	12	-14	-2	-50	37	0,9684	0,43
"	Abr	2	-8	-56	-29	19	10	-12	33	34	3	-8	-6	-7	10	-9	"	0,9149	0,71
"	Jul	-18	15	-15	-33	24	-18	-28	11	31	20	-19	-3	-9	-12	-10	"	0,7854	1,00
"	Oct	-16	8	-57	-54	32	3	-9	2	29	6	-32	-6	4	-3	-27	"	0,9233	0,64
2	Ene		-42	-91	-51	45		-38	-8	64		-22				-57	32	0,9618	0,41
"	Abr		-30	-82	-22	11		-23	50	43		-13				-23	"	0,9088	0,64
"	Jul		-21	-58	-36	30		-30	45	53		-30				-20	"	0,7717	0,90
"	Oct		-37	-83	-56	38		-33	18	53		-30				-46	"	0,9190	0,57
3	Ene		-38	-90	-50	42		-39	-2	62						-57	32	0,9599	0,41
"	Abr		-28	-82	-21	9		-24	53	41						-24	"	0,9073	0,63
"	Jul		-13	-54	-34	26		-31	50	48						-20	"	0,7485	0,92
"	Oct		-30	-81	-54	34		-34	25	49						-45	"	0,9109	0,58
								<u>C7</u>					<u>DM</u>						
4	Ene		-36	-94	-61	44		-45	-5	62	13					-60	32	0,9629	0,41
"	Abr		-29	-88	-34	13		-35	51	39	19					-28	"	0,9167	0,61
"	Jul		-18	-72	-52	26		-44	47	46	48					-34	"	0,8215	0,79
"	Oct		-31	-89	-64	36		-42	21	47	25					-50	"	0,9226	0,55

parámetros. De los nueve restantes, sólo MR7 persiste en no ofrecer ningún  $r'$  significativo, y por eso es eliminado en los siguientes ensayos (paso 3). Finalmente, en el paso 4, se sustituye el parámetro de convexidad (C3) por otro de entorno más amplio (C7), y se añade la distancia mínima al mar DM, que aunque no resulta significativa más que en el mes de julio, consigue hacer bajar su error típico de 0,92 a 0,79 °C.

En cuanto a las temperaturas mínimas (medias y absolutas medias), se ha partido también de un conjunto de 15 parámetros, iguales a los del primer paso de las máximas, excepto en el cambio de A por A1, y C13 por C3, que presentan mayores coeficientes de correlación. En este primer paso ya resulta patente la importancia de la pendiente hacia el norte, PN5, la distancia al mar hacia el norte, DN, y la distancia al límite urbano, UL (tablas 4.21 y 4.22). En los siguientes pasos, la selección de los parámetros sigue pautas muy semejantes, para converger, en el paso 4, en un conjunto común de parámetros. En este último paso se ha sustituido el parámetro A1 por su transformación :  $|A1-100|$ . El aumento que ésto produce en los coeficientes parciales de correlación es sólo moderado en las mínimas medias, pero bastante grande en las mínimas absolutas medias. Esto es lógico, puesto que al transformar la altitud de este modo lo que se consigue es tener en cuenta el efecto de las inversiones térmicas, que es más acusado en las noches en que las mínimas alcanzan sus valores más bajos. Este procedimiento se ha adoptado tras probar un ajuste parabólico de la altitud, tal como proponen CONRAD y POLLACK (1962); para ello se ha ensayado la acción conjunta de A y  $A^2$  en los análisis, pero los valores de  $r'$  no han resultado significativos. También se han probado las transformaciones  $|A-60|$ ,  $|A-100|$ , y  $|A-150|$ , aunque con resultados algo inferiores a  $|A1-100|$ .

Otro parámetro que se ha ensayado, a la vista de la

Tabla 4.21.- Evolución de los coeficientes parciales de correlación (en %) de los parámetros ensayados con las temperaturas mínimas medias de enero, abril, julio, y octubre, durante el proceso de selección de los mismos. También se dan los valores críticos de  $|r'|$  para  $P < 0,1$ , los coeficientes de determinación múltiple ( $R^2$ ), y los errores típicos (E.t.).

Paso	Mes	Parámetros															r'  crítico		E.t. (°C)
		X	Y	Al	PEl	PN5	R3	Cl3	HN	-HW	DN	MR7	UR3	PN	PE	UL	P < 0,1	R <sup>2</sup>	
1	Ene	-5	-3	-8	-30	68	-12	-28	-12	-24	-67	-2	-3	-13	44	55	37	0,8967	0,78
"	Abr	-9	0	-23	-10	60	-5	-15	-9	-29	-64	-11	-8	-4	39	60	"	0,9069	0,74
"	Jul	-12	4	-36	23	42	4	12	-8	-24	-44	-20	-21	-6	24	64	"	0,8804	0,89
"	Oct	-11	3	-32	6	54	1	3	-13	-31	-52	-21	-16	-7	30	57	"	0,8882	0,86
2	Ene		-39	-72	-12	64				-35	-82	-19			45	68	32	0,8800	0,73
"	Abr		-39	-78	4	58				-37	-80	-21			40	72	"	0,8989	0,67
"	Jul		-35	-74	24	46				-24	-65	-22			33	68	"	0,8692	0,81
"	Oct		-34	-76	12	56				-39	-73	-26			37	62	"	0,8790	0,77
3	Ene		-35	-72		61				-38	-83				42	67	31	0,8742	0,72
"	Abr		-34	-80		57				-36	-81				42	71	"	0,8937	0,66
"	Jul		-29	-77		47				-17	-63				40	66	"	0,8531	0,82
"	Oct		-26	-78		54				-36	-72				40	60	"	0,8676	0,78
		A1-100																	
4	Ene		-51	-77		65				-46	-86				49	68	31	0,8928	0,66
"	Abr		-55	-84		63				-47	-85				51	72	"	0,9152	0,59
"	Jul		-48	-82		51				-26	-70				49	67	"	0,8794	0,74
"	Oct		-47	-83		59				-46	-78				49	61	"	0,8966	0,69

Tabla 4.22.- Evolución de los coeficientes parciales de correlación (en %) de los parámetros ensayados con las temperaturas mínimas absolutas medias de enero, abril, julio, y octubre, durante el proceso de selección de los mismos. También se dan los valores críticos de  $|r'|$ , los coeficientes de determinación múltiple ( $R^2$ ), y los errores típicos (E.t.).

Paso	Mes	Parámetros														r'  crítico		E.t.	
		X	Y	Al	PE1	PN5	R3	Cl3	HN	HW	DN	MR7	UR3	PN	PE	UL	P < 0,1		R <sup>2</sup>
1	Ene	-6	0	0	-30	68	-14	-31	-23	-13	-59	-8	10	-13	40	50	37	0,8736	1,06
"	Abr	2	-9	-20	-22	64	3	-17	-3	-13	-63	-10	-11	-2	45	67	"	0,8853	0,96
"	Jul	-3	-8	-38	-9	59	10	4	0	-8	-49	-14	-32	-12	38	74	"	0,8993	0,95
"	Oct	-4	-5	-20	-19	68	-4	-13	-10	-17	-58	-9	-16	-19	43	66	"	0,8966	0,91
2	Ene		-28	-45	-31	64		-33			-77				48	65	32	0,8477	0,99
"	Abr		-32	-48	-28	63		-33			-77				51	75	"	0,8705	0,87
"	Jul		-42	-58	-14	56		-23			-65				44	74	"	0,8728	0,90
"	Oct		-34	-55	-24	65		-26			-73				52	71	"	0,8718	0,86
3	Ene		-27	-49		59		-19			-75				39	65	31	0,8314	1,02
"	Abr		-31	-52		59		-22			-76				44	74	"	0,8599	0,89
"	Jul		-42	-60		56		-19			-65				43	74	"	0,8703	0,89
"	Oct		-34	-59		63		-15			-72				48	70	"	0,8638	0,87
Al-100																			
4	Ene		-38	-74		62				-32	-81				43	68	31	0,8646	0,91
"	Abr		-43	-75		61				-33	-81				49	77	"	0,8837	0,81
"	Jul		-56	-81		58				-18	-71				48	75	"	0,8858	0,84
"	Oct		-48	-80		68				-38	-80				55	75	"	0,8994	0,75



curvatura que presentaban las nubes de puntos para la latitud  $Y$ , ha sido su transformación  $Y^2$ , que sí da coeficientes parciales de correlación significativos. Sin embargo no se ha incluido en las ecuaciones al comprobar que, al igual que sucedía con las precipitaciones, el efecto conjunto de  $Y$  e  $Y^2$  produce un mínimo termométrico carente de sentido físico.

Así pues, y habiendo realizado otras pruebas parciales que han confirmado que la elección de los parámetros de cada factor significativo es la más apropiada, se ha establecido como selección definitiva, para las ecuaciones termométricas, el conjunto:  $Y$ ,  $A$ ,  $|A1-100|$ ,  $PN5$ ,  $PE1$ ,  $C7$ ,  $HW$ ,  $HN$ ,  $DM$ ,  $DN$ ,  $PE$ , y  $UL$ . (12 parámetros en total).

#### 4.4.2.3. Obtención de los submodelos termométricos.

##### Discusión.

Tras la selección de las variables que han de intervenir en las ecuaciones termométricas se ha procedido al cálculo de los coeficientes y términos independientes de las 36 ecuaciones mensuales (12 para cada submodelo: máximas, mínimas, y mínimas absolutas medias), cuyos valores aparecen en las tablas 4.23, 4.24, y 4.25, acompañados de los coeficientes parciales de correlación,  $r'$ , los coeficientes de regresión parcial tipificados,  $b'$ , los coeficientes de determinación múltiple,  $R^2$ , y los errores típicos, E.t. Los valores de  $r'$  significativos a los niveles de 0,1 , 0,05 y 0,01 se han señalado con uno, dos y tres asteriscos, respectivamente.

Para las temperaturas máximas (tabla 4.23) resultan significativos todos los meses (en mayor o menor grado), los parámetros  $A$ ,  $PE1$ ,  $C7$ , y  $HW$ . En particular la altitud se destaca como factor fundamental, con una significación superior a 0,01 de enero a diciembre. Los demás parámetros

Tabla 4.23.- Coeficientes parciales de correlación ( $r'$ ) y de regresión ( $b$  y  $b'$ ) de los 9 parámetros seleccionados para la estimación de las temperaturas máximas medias mensuales. También se dan los términos independientes ( $a$ ), los coeficientes de regresión múltiple ( $R^2$ ), y los errores típicos (E.t.).

Par.	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
$r'$ (%)	-36*	-42**	-34*	-29	-27	-20	-18	-21	-26	-31	-33*	-36*
Y $b$	-0,005	-0,006	-0,006	-0,005	-0,005	-0,004	-0,004	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005
$b'$ (%)	-8	-11	-11	-10	-11	-8	-8	-10	-10	-10	-9	-9
$r'$ (%)	-94***	-94***	-90***	-88***	-82***	-80***	-72***	-74***	-82***	-89***	-92***	-94***
A $b$	-0,008	-0,008	-0,008	-0,008	-0,006	-0,006	-0,005	-0,006	-0,006	-0,007	-0,008	-0,008
$b'$ (%)	-99	-98	-99	-98	-90	-85	-78	-81	-89	-96	-98	-99
$r'$ (%)	-61***	-53***	-38*	-34*	-38*	-51***	-52***	-55***	-60***	-64***	-63***	-58***
PE1 $b$	-0,074	-0,065	-0,055	-0,050	-0,065	-0,096	-0,113	-0,119	-0,115	-0,112	-0,091	-0,075
$b'$ (%)	-17	-15	-12	-12	-16	-24	-29	-30	-28	-26	-21	-17
$r'$ (%)	44**	38*	25	13	18	28	26	27	37*	36*	42**	44**
PN5 $b$	0,076	0,067	0,054	0,030	0,045	0,076	0,081	0,082	0,098	0,082	0,082	0,082
$b'$ (%)	13	12	10	5	9	15	16	16	19	15	15	14
$r'$ (%)	-45**	-46**	-33*	-35*	-41**	-47**	-44**	-43**	-46**	-42**	-41**	-36*
C7 $b$	-0,003	-0,003	-0,003	-0,003	-0,004	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	-0,004	-0,003	-0,002
$b'$ (%)	-14	-16	-14	-16	-23	-29	-30	-29	-26	-19	-15	-12
$r'$ (%)	-5	12	35*	51***	51***	49**	47**	46**	43**	21	-3	-9
HN $b$	-0,000	0,000	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,000	-0,000	-0,000
$b'$ (%)	-1	3	12	21	25	25	28	26	20	7	-1	-2
$r'$ (%)	62***	60***	49**	39**	38*	49**	46**	46**	46**	47**	52***	56***
HW $b$	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,002	0,002	0,001	0,001	0,001	0,001
$b'$ (%)	20	21	20	16	19	27	29	29	24	20	18	18
$r'$ (%)	13	9	8	19	35*	47**	48**	46**	37*	25	19	4
DM $b$	0,011	0,007	0,009	0,023	0,049	0,070	0,084	0,078	0,051	0,029	0,018	0,003
$b'$ (%)	3	2	3	7	15	23	27	25	16	9	5	1
$r'$ (%)	-60***	-56***	-32	-28	-33*	-33*	-34*	-35*	-35*	-50***	-62***	-60***
UL $b$	-0,257	-0,251	-0,159	-0,149	-0,196	-0,203	-0,239	-0,243	-0,208	-0,279	-0,316	-0,283
$b'$ (%)	-15	-15	-10	-9	-13	-14	-16	-16	-14	-18	-19	-17
$a$ (°C)	16,31	17,25	18,35	20,21	23,86	26,97	30,21	30,83	28,52	24,67	20,22	17,22
$R^2$	0,9629	0,9574	0,9298	0,9167	0,8778	0,8694	0,8215	0,8326	0,8855	0,9226	0,9493	0,9582
E.t. (°C)	0,4	0,4	0,6	0,6	0,7	0,7	0,8	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4

resultan significativos sólo en una parte del año y así, mientras que HN y DM lo son en verano, Y, PN5 y UL son más relevantes en invierno.

En la figura 4.16 se puede observar la evolución a lo largo del año de la importancia relativa de los parámetros más significativos, y queda bien patente la preponderancia del factor altitud sobre los demás en todos los meses, aunque disminuye algo en verano, a la par que aumenta el peso de los parámetros C7, PE1, HN y, un poco también, HW (los dos primeros con influencia negativa).

En los submodelos de temperaturas mínimas medias (tabla 4.24) y mínimas absolutas medias (tabla 4.25), se da una gran constancia en cuanto a la significación de los parámetros, ya que únicamente HW deja de ser significativo en algunos meses. La latitud, Y, cobra una importancia que no tenía en las temperaturas máximas, al igual que sucede con la pendiente hacia el norte, PN5, y también con la distancia al límite urbano, UL.

La influencia relativa de los parámetros |A1-100|, DN, PN5, e Y, presenta una pauta muy similar al comparar las figuras 4.17 (mínimas medias) y 4.18 (mínimas absolutas medias). La elevada importancia de la altitud (en su versión |A1-100|) es compartida por la distancia al mar hacia el norte DN, de mayor peso en invierno que en verano. La influencia de PN5 también disminuye en verano, mientras que la de Y es más uniforme.

#### 4.4.2.4. Evaluación de errores y comparación con el método clásico de estimación

Para comparar los resultados de las ecuaciones de regresión termométricas con estimaciones basadas en cartografías manuales, se ha procedido de modo análogo a como se hizo con las precipitaciones. Se han realizado tres ensayos, con las medias de las temperaturas: 1º) máximas del

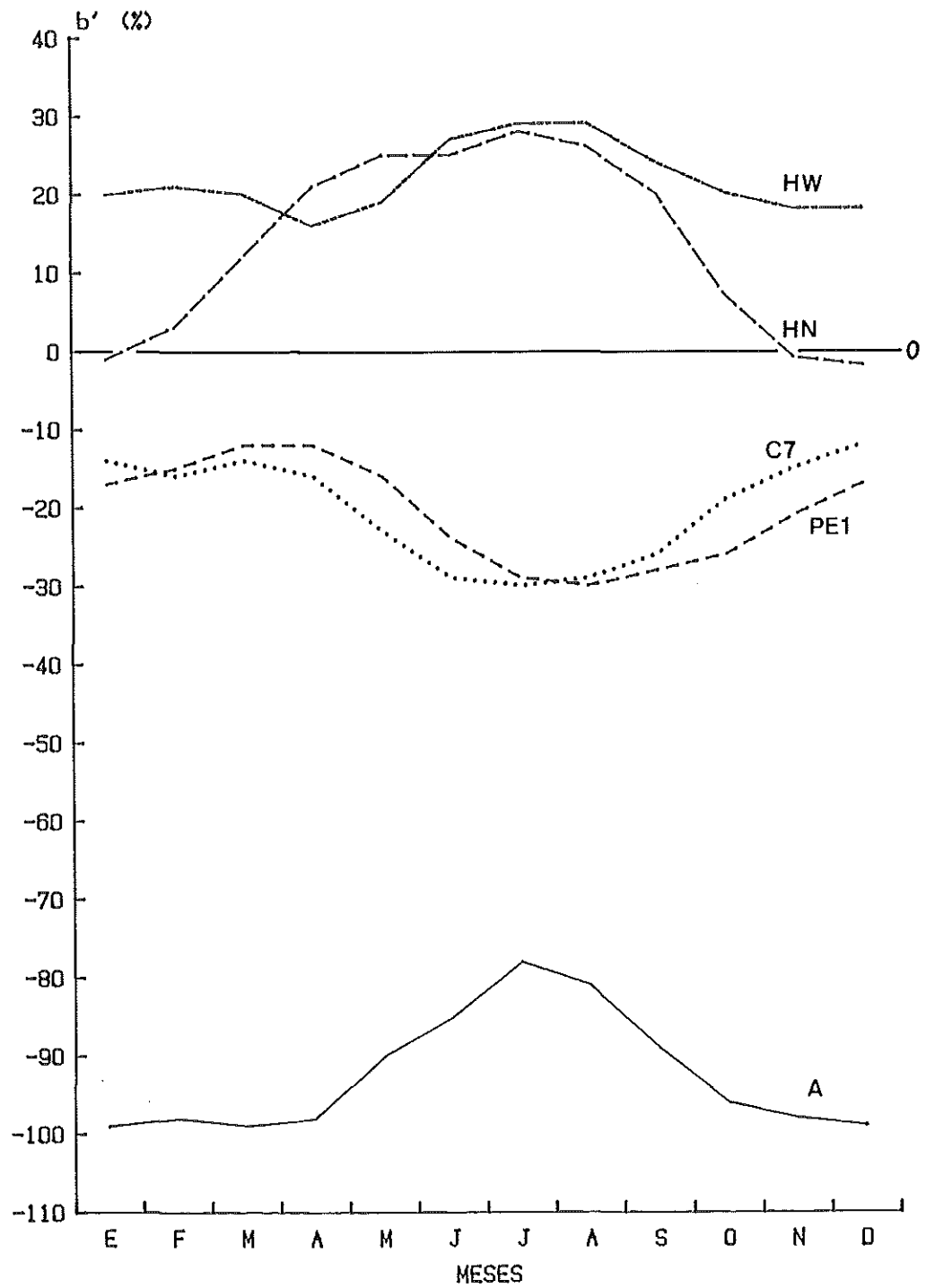


Figura 4.16.- Evolución anual de los coeficientes de regresión parcial tipificados de los 5 parámetros mejor relacionados con las temperaturas máximas medias.

Tabla 4.24.- Coeficientes parciales de correlación ( $r'$ ) y de regresión ( $b$  y  $b'$ ) de los 7 parámetros seleccionados para la estimación de las temperaturas mínimas medias mensuales. También se dan los términos independientes ( $a$ ), los coeficientes de regresión múltiple ( $R^2$ ), y los errores típicos (E.t.). (Los  $r'$  significativos a los niveles de 0,1 , 0,05 y 0,01 van señalados con 1, 2 y 3 asteriscos, respectivamente).

Par.	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
$r'$ (%)	-51***	-47**	-49***	-55***	-57***	-49***	-48***	-51***	-50***	-47**	-44**	-42**
Y $b$	-0,013	-0,012	-0,012	-0,012	-0,014	-0,013	-0,014	-0,015	-0,014	-0,012	-0,011	-0,010
$b'$ (%)	-23	-22	-21	-22	-24	-22	-23	-24	-24	-20	-19	-18
$r'$ (%)	-77***	-76***	-79***	-84***	-85***	-84***	-82***	-83***	-82***	-83***	-80***	-80***
A1-100  $b$	-0,005	-0,005	-0,005	-0,006	-0,006	-0,006	-0,007	-0,007	-0,007	-0,006	-0,005	-0,005
$b'$ (%)	-50	-51	-52	-58	-61	-64	-63	-65	-63	-61	-54	-53
$r'$ (%)	65***	62***	65***	63***	55***	48***	51***	51***	54***	59***	63***	66***
PN5 $b$	0,216	0,204	0,208	0,177	0,151	0,141	0,170	0,172	0,183	0,191	0,211	0,214
$b'$ (%)	38	36	37	32	27	24	28	28	30	32	36	38
$r'$ (%)	-46**	-47**	-48***	-47**	-44**	-35*	-26	-24	-34*	-46**	-51***	-50***
HW $b$	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001
$b'$ (%)	-21	-22	-21	-19	-18	-15	-11	-10	-15	-20	-23	-22
$r'$ (%)	-86***	-85***	-86***	-85***	-81***	-73***	-70***	-69***	-73***	-78***	-84***	-86***
DN $b$	-0,079	-0,078	-0,075	-0,066	-0,058	-0,051	-0,052	-0,051	-0,055	-0,060	-0,074	-0,076
$b'$ (%)	-64	-63	-62	-55	-48	-40	-40	-39	-42	-47	-59	-63
$r'$ (%)	49***	46**	49***	51***	51***	47**	49***	49***	48***	49***	49***	46**
PE $b$	0,176	0,168	0,175	0,165	0,167	0,170	0,202	0,203	0,195	0,181	0,183	0,158
$b'$ (%)	24	23	24	23	23	22	25	25	25	24	24	21
$r'$ (%)	68***	66***	69***	72***	73***	71***	67***	63***	61***	61***	65***	66***
UL $b$	0,545	0,535	0,549	0,535	0,567	0,590	0,599	0,547	0,498	0,465	0,503	0,493
$b'$ (%)	32	32	33	33	34	34	33	30	28	27	29	30
$a$ (°C)	13,61	13,47	13,94	15,89	19,54	22,65	26,18	27,26	25,06	20,69	16,31	13,41
$R^2$	0,8928	0,8857	0,8982	0,9152	0,9112	0,8969	0,8794	0,8818	0,8824	0,8966	0,8947	0,8981
E.t. (°C)	0,7	0,7	0,6	0,6	0,6	0,7	0,7	0,8	0,7	0,7	0,7	0,6

Tabla 4.25.- Coeficientes parciales de correlación ( $r'$ ) y de regresión ( $b$  y  $b'$ ) de los 7 parámetros seleccionados para la estimación de las temperaturas mínimas absolutas medias mensuales. También se dan los términos independientes ( $a$ ), los coeficientes de regresión múltiple ( $R^2$ ), y los errores típicos (E.t.). (Los  $r'$  significativos a los niveles de 0,1 , 0,05 y 0,01 van señalados con 1, 2 y 3 asteriscos, respectivamente).

Par.	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
$r'$ (%)	-38**	-32*	-37*	-43**	-51***	-49***	-56***	-50***	-54***	-48***	-39**	-38**
Y $b$	-0,012	-0,010	-0,011	-0,013	-0,017	-0,015	-0,018	-0,015	-0,017	-0,014	-0,013	-0,012
$b'$ (%)	-18	-15	-17	-19	-25	-23	-27	-22	-25	-21	-19	-17
$r'$ (%)	-74***	-72***	-74***	-75***	-76***	-79***	-81***	-81***	-79***	-80***	-73***	-76***
Al-100  $b$	-0,006	-0,006	-0,006	-0,006	-0,006	-0,006	-0,007	-0,007	-0,006	-0,006	-0,006	-0,006
$b'$ (%)	-51	-48	-50	-50	-53	-56	-58	-57	-54	-53	-50	-51
$r'$ (%)	62***	63***	62***	61***	53***	54***	58***	63***	64***	68***	59***	65***
PN5 $b$	0,266	0,272	0,257	0,241	0,203	0,191	0,220	0,237	0,248	0,268	0,256	0,282
$b'$ (%)	39	40	38	36	30	30	32	35	37	40	37	41
$r'$ (%)	-32*	-30	-34*	-33*	-25	-29	-18	-24	-36*	-38**	-36*	-37*
HW $b$	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001
$b'$ (%)	-15	-14	-16	-15	-11	-13	-8	-10	-15	-16	-17	-17
$r'$ (%)	-81***	-81***	-80***	-81***	-76***	-73***	-71***	-70***	-79***	-80***	-80***	-82***
DN $b$	-0,086	-0,086	-0,080	-0,081	-0,071	-0,059	-0,058	-0,053	-0,070	-0,072	-0,088	-0,088
$b'$ (%)	-59	-59	-56	-56	-49	-42	-39	-37	-49	-50	-58	-59
$r'$ (%)	43**	48***	47**	49***	42**	45**	48***	52***	54***	55***	46**	47**
PE $b$	0,203	0,232	0,212	0,217	0,188	0,189	0,214	0,223	0,238	0,235	0,227	0,217
$b'$ (%)	23	26	24	25	22	23	24	26	27	27	25	24
$r'$ (%)	68***	72***	73***	77***	76***	76***	75***	78***	74***	75***	70***	69***
UL $b$	0,719	0,807	0,787	0,859	0,879	0,819	0,808	0,831	0,753	0,743	0,781	0,714
$b'$ (%)	36	41	40	43	45	43	40	42	38	38	38	35
$a$ (°C)	8,45	7,48	8,39	11,14	16,18	19,07	23,93	23,12	21,41	15,88	11,43	8,91
$R^2$	0,8646	0,8658	0,8744	0,8837	0,8723	0,8838	0,8858	0,8973	0,8936	0,8994	0,8642	0,8785
E.t. (°C)	0,9	0,9	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,9	0,9

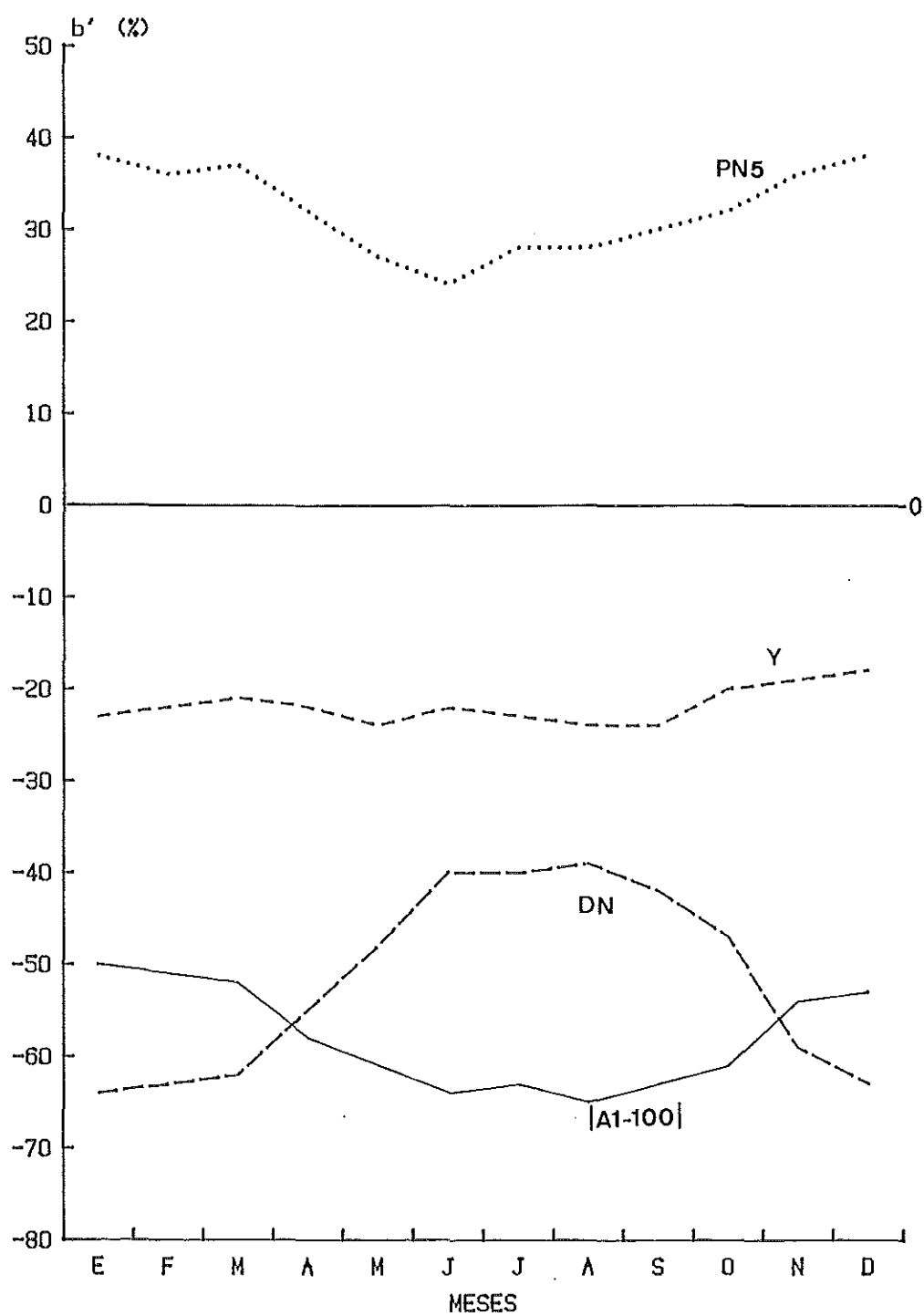


Figura 4.17.- Evolución anual de los coeficientes de regresión parcial tipificados de los 4 parámetros mejor relacionados con las temperaturas mínimas medias.

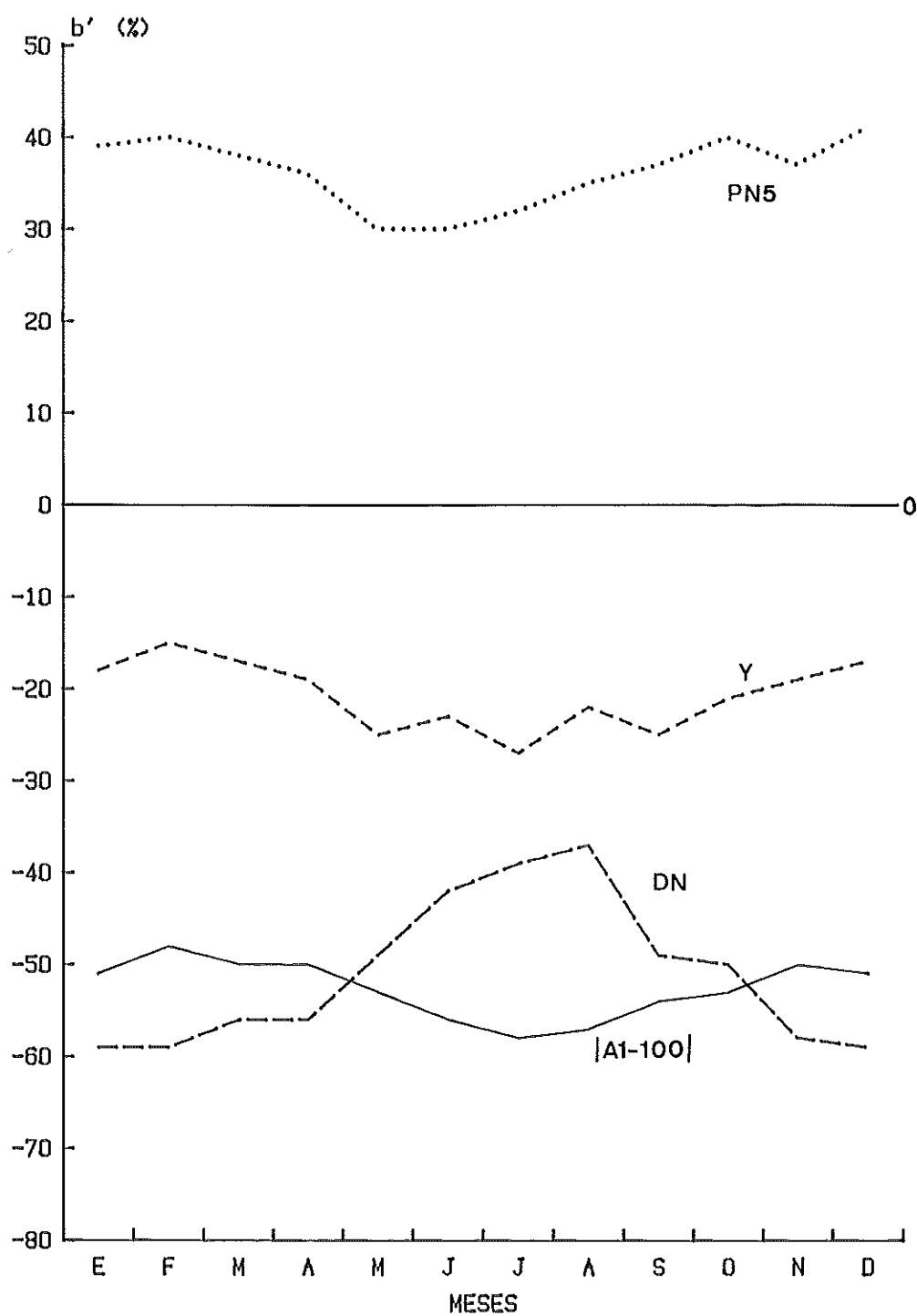


Figura 4.18.- Evolución anual de los coeficientes de regresión parcial tipificados de los 4 parámetros mejor relacionados con las temperaturas mínimas absolutas medias.



mes más cálido (agosto); 2º) mínimas del mes más frío (enero); y 3º) mínimas absolutas, también del mes más frío.

Tras realizar manualmente los correspondientes mapas climáticos (transcritos en las figuras 4.19, 4.20, y 4.21), el Dr. Jansà realizó una estimación subjetiva de los valores correspondientes a las estaciones cuyo número es múltiplo de cuatro, reservadas como conjunto independiente de datos. Las mismas estimaciones se han obtenido mediante ecuaciones de regresión múltiple calculadas con el resto de las estaciones, en las que se ha hecho intervenir los mismos parámetros de los submodelos termométricos dados en el apartado anterior.

Además de estas estimaciones, se han obtenido otras con el empleo de un término corrector que, como en el caso de las precipitaciones, consiste en una media ponderada de los residuos no explicados por las ecuaciones en las estaciones próximas al lugar de aplicación del submodelo. El radio del entorno a considerar se ha ampliado aquí a 40 km, ya que dada la menor densidad de las estaciones termométricas, el radio de 30 km empleado con las precipitaciones no bastaría para cubrir todo el territorio. El factor de ponderación ha sido el mismo que en las precipitaciones:  $1/(d+1)^n$ , y se han probado exponentes desde  $n=1$  hasta  $n=5$ , con las siguientes desviaciones máximas (D.M.), medias (D.m.), y típicas (D.t.):

		-n=1	-n=2	-n=3	-n=4	-n=5
T. máximas de agosto	D.M.	-2,9	-2,9	-2,9	-2,9	-2,9
	D.m.	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5
	D.t.	1,5	1,5	1,6	1,6	1,6
T. mínimas de enero	D.M.	-2,1	-2,1	-2,1	-2,0	-2,0
	D.m.	-0,5	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4
	D.t.	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1
T. mínimas abs. de enero	D.M.	-3,0	-2,9	-2,9	-2,9	-2,8
	D.m.	-0,8	-0,8	-0,8	-0,8	-0,8
	D.t.	1,6	1,5	1,5	1,5	1,5

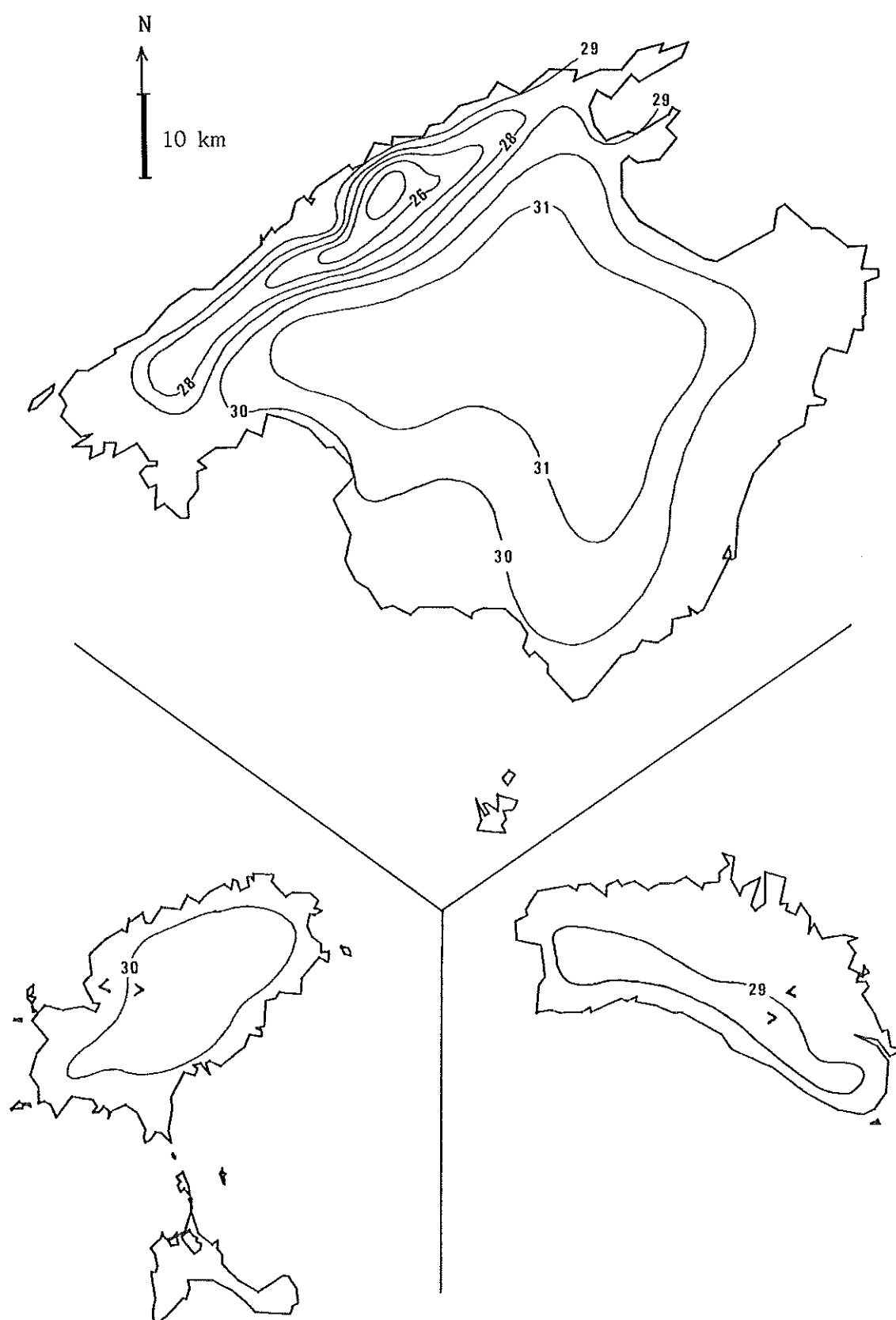


Figura 4.19.- Mapa de temperatura máxima media del mes de agosto. (Método clásico, con 3/4 de las estaciones).

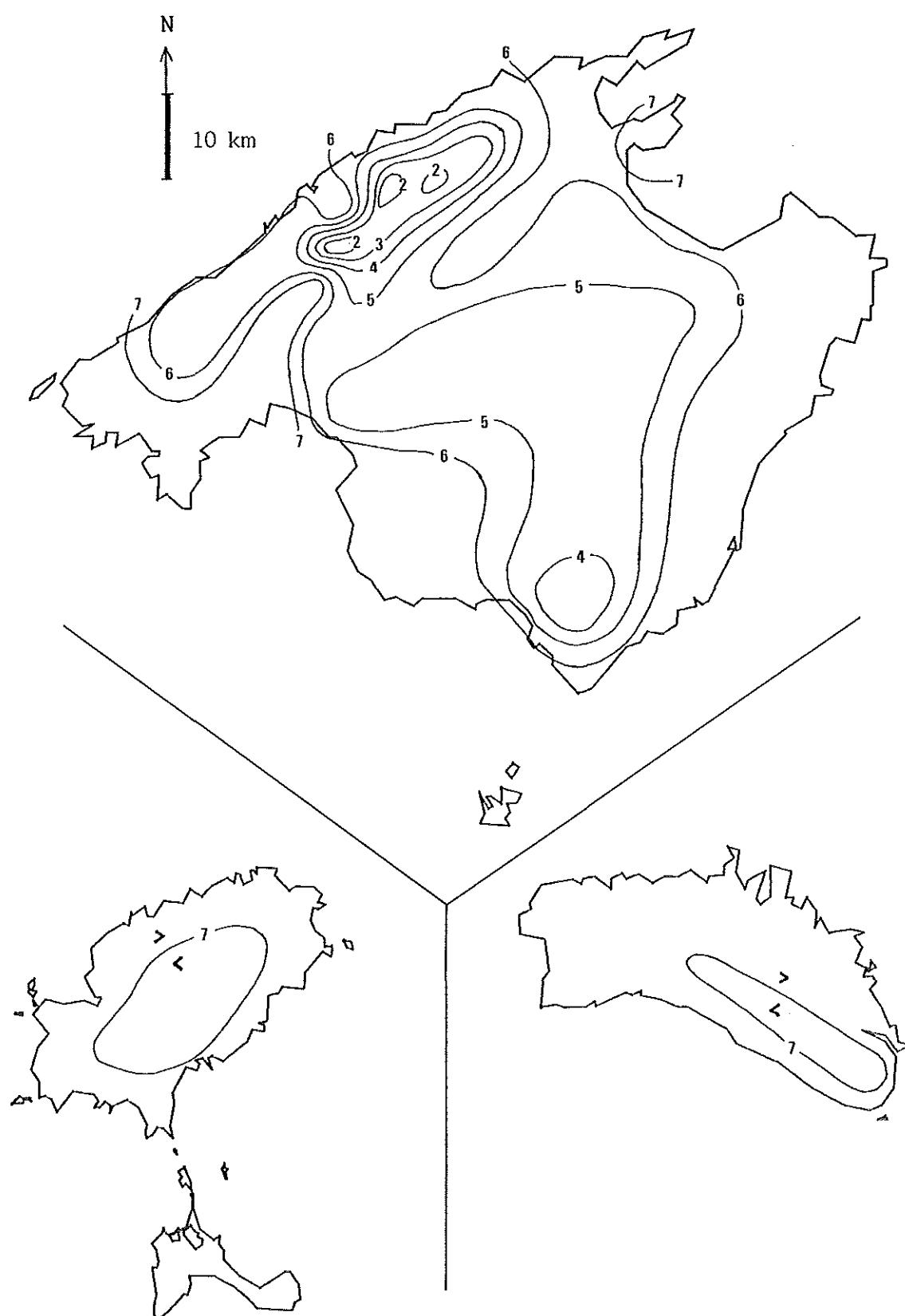


Figura 4.20.- Mapa de temperatura mínima media del mes de enero. (Método clásico, con 3/4 de las estaciones).

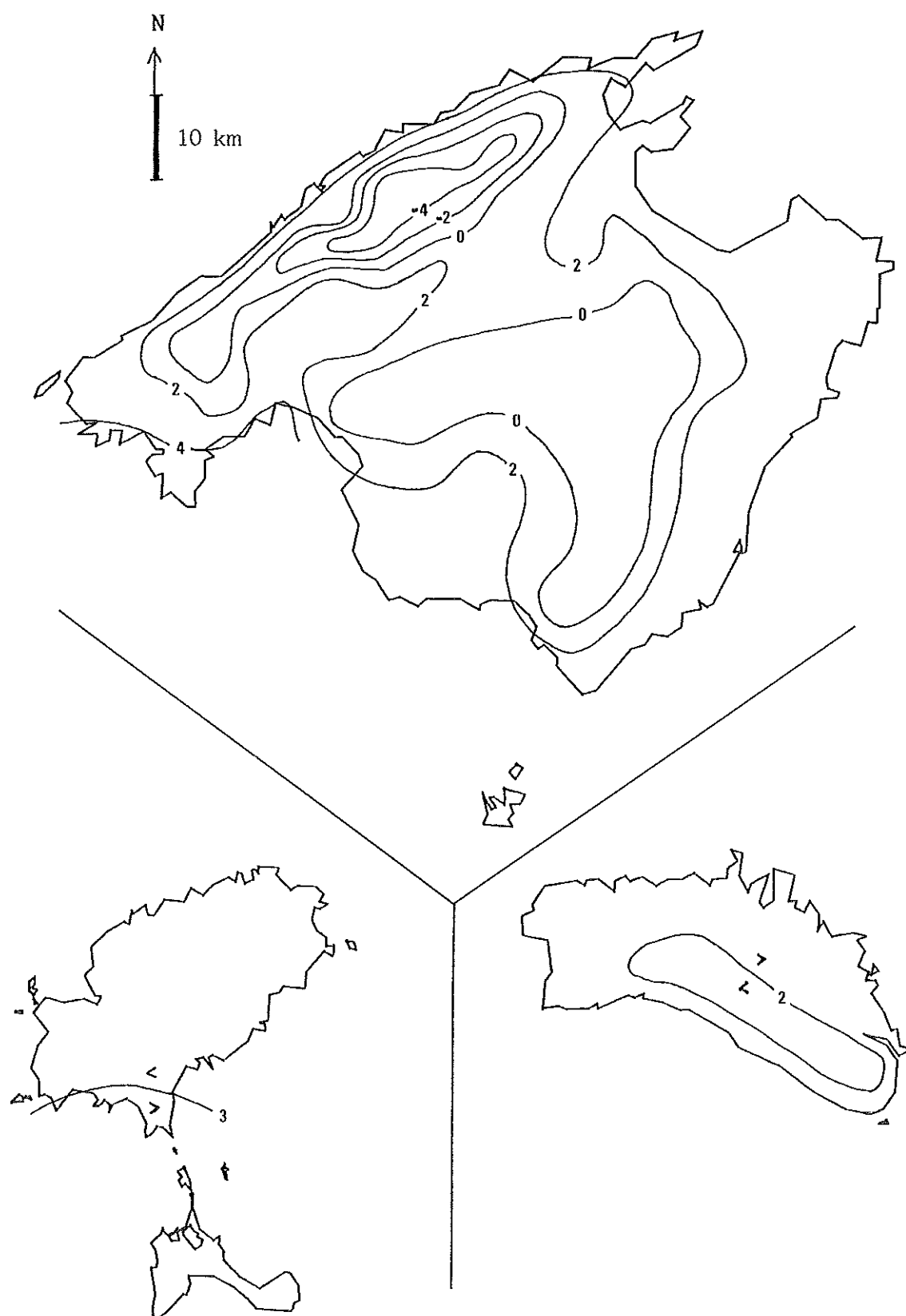


Figura 4.21.- Mapa de temperatura mínima absoluta media del mes de enero. (Método clásico, con 3/4 de las estaciones).

Las diferencias entre las desviaciones son mínimas para los distintos valores de  $n$ , pero aun así se puede admitir como valor óptimo el de  $n=2$ .

En la tabla 4.26 se comparan los valores observados con los estimados por los tres procedimientos (clásico, modelo puro, y modelo corregido con  $n=2$ ), para las ocho estaciones reservadas. En ella se observa que los distintos métodos de estimación ofrecen resultados muy similares, por lo que:

1º) Se puede prescindir de la aplicación del método corrector.

2º) Los resultados del modelo puro son de calidad comparable a los de las estimaciones subjetivas a partir de cuidadosas cartografías manuales. A este respecto hay que admitir que las mínimas diferencias favorables al método de regresión en las dos primeras ecuaciones ensayadas, se ven superadas por las diferencias a favor del método subjetivo en la tercera de ellas, la de las mínimas absolutas medias del mes de enero. No obstante, los pobres resultados de ésta son debidos a las fuertes desviaciones que se producen en las dos primeras estaciones de reserva, las números 4 (Sierra de Alfania) y 8 (Son Torrella), que casualmente resultan ser, con diferencia, las más altas de entre todas las estaciones termométricas contempladas en este trabajo (1030 y 850 m de altitud, respectivamente, cuando la siguiente estación se encuentra a 495 m, y las demás, por debajo de los 230 m). Así pues, estos errores son causados por la aplicación de la ecuación a dos puntos situados fuera de la nube de puntos generadora de la misma (extrapolación), y cabe pensar que en las ecuaciones de los submodelos definitivos, contruídos a partir de las 34 estaciones disponibles, las desviaciones no alcanzarán valores tan altos, por estar ya representadas las estaciones de montaña. Esto viene apoyado por un ensayo adicional en el que, reservando únicamente una estación de cada ocho, la desviación de Son Torrella pasa a valer  $-1,2\text{ }^{\circ}\text{C}$ , en lugar de los  $-2,9\text{ }^{\circ}\text{C}$  de la prueba anterior.

Tabla 4.26.- Comparación entre las temperaturas medias observadas (Obs.) y las estimadas (E), en las tres pruebas efectuadas (máximas, mínimas, y mínimas absolutas). ( D = desviaciones; D.M., D.m., y D.t. = Máxima, media, y típica).

	Est.	Obs.	Método clásico		Modelo de regresión			
			E	D	Puro		Corregido	
					E	D	E	D
Temp. máximas	4	23,0	25,0	2,0	24,3	1,3	24,5	1,5
	8	28,8	26,0	-2,8	25,9	-2,9	25,9	-2,9
	12	30,8	30,0	-0,8	30,5	-0,3	30,3	-0,5
	16	30,4	31,0	0,6	30,5	0,1	30,6	0,2
	20	30,0	29,0	-1,0	29,8	-0,2	29,1	-0,9
	24	30,8	29,6	-1,2	29,6	-1,2	29,9	-0,9
	28	28,3	29,0	0,7	29,0	0,7	29,5	1,2
	32	30,5	29,5	-1,0	29,1	-1,4	28,9	-1,6
	D.M.			-2,8		-2,9		-2,9
	D.m.			-0,4		-0,5		-0,5
	D.t.			1,5		1,4		1,5
Temp. mínimas	4	2,3	0,0	-2,3	0,8	-1,5	0,9	-1,4
	8	1,6	0,0	-1,6	-0,6	-2,2	-0,5	-2,1
	12	5,1	6,5	1,4	5,5	0,4	5,6	0,5
	16	5,4	6,0	0,6	6,4	1,0	6,2	0,8
	20	8,0	8,0	0,0	7,6	-0,4	7,5	-0,5
	24	7,2	6,6	-0,6	6,2	-1,0	6,6	-0,6
	28	7,2	6,5	-0,7	6,8	-0,4	6,6	-0,6
	32	8,8	8,0	-0,8	8,9	0,1	9,2	0,4
	D.M.			-2,3		-2,2		-2,1
	D.m.			-0,5		-0,5		-0,4
	D.t.			1,3		1,2		1,1
T. mínimas abs.	4	-3,1	-5,0	-1,9	-5,4	-2,3	-5,1	-2,0
	8	-4,0	-5,0	-1,0	-7,1	-3,1	-6,9	-2,9
	12	0,3	2,0	1,7	0,4	0,1	0,5	0,2
	16	0,6	1,0	0,4	1,5	0,9	1,3	0,7
	20	3,6	4,0	0,4	3,2	-0,4	3,2	-0,4
	24	2,6	1,8	-0,8	1,2	-1,4	1,6	-1,0
	28	3,0	2,0	-1,0	1,8	-1,2	1,7	-1,3
	32	4,0	2,5	-1,5	4,0	0,0	4,3	0,3
	D.M.			-1,9		-3,1		-2,9
	D.m.			-0,5		-0,9		-0,8
	D.t.			1,3		1,6		1,5

## 5. MODELO TERMOPLUVIOMETRICO PARA LAS ISLAS BALEARES (CLIBA2). APLICACIONES.

### 5.1. Constitución del modelo conjunto de precipitaciones y temperaturas.

En los apartados 4.4.1.2 y 4.4.2.3 se han obtenido los submodelos de regresión múltiple de precipitaciones y temperaturas. Los coeficientes de las ecuaciones que los constituyen se pueden reunir en una única matriz, de tal modo que conocido el vector de parámetros geográficos de una cuadrícula cualquiera, el producto de ambos nos dé un vector formado por los 48 valores mensuales de precipitaciones y temperaturas estimados para dicha cuadrícula.

Pero no todos los parámetros de dichos submodelos se van a incluir en el modelo final; dado que la resolución de éste es de 1 km, los parámetros medidos sobre distancias menores, como PE y UL, no serán tenidos en consideración. Ello equivale a suponer que su valor es cero en las cuadrículas a las que se apliquen las ecuaciones, y por tanto se entenderá que las medias mensuales resultantes, particularmente las termométricas, se referirán a una superficie no urbana (UL=0), y localmente horizontal en el sentido este-oeste (PE=0).

Por otra parte, para las ecuaciones de regresión múltiple de las temperaturas máximas medias, el parámetro de altitud elegido por su mayor significación es el A, la altitud puntual de la estación. Por tanto, para aplicar este submodelo a la estimación de los valores medios de una cuadrícula de 1 km<sup>2</sup>, este parámetro se sustituirá por la altitud media de la cuadrícula, Al.

Así pues, teniendo en cuenta estos cambios, en la matriz del modelo termopluviométrico integrado intervienen un total de 14 parámetros. Como además de los coeficientes

de regresión parcial (b) hay que incluir los términos independientes (a), y todo ello para las 48 ecuaciones mensuales, se tiene finalmente una matriz de 15x48 elementos, que se ha grabado en diskette bajo el nombre de CLIBA2, nombre con el que queda designado el modelo. Esta matriz se presenta en la tabla 5.1 (transpuesta, por razones de formato), con las cinco cifras significativas utilizadas. (En los submodelos de las tablas 4.10, 4.23, 4.24, y 4.25 los coeficientes se daban con tres decimales, por falta de espacio, por lo que muchas veces contaban con una sólo cifra significativa, o incluso ninguna).

Como se observa en la tabla, los parámetros Y y HW intervienen en todas las ecuaciones. A los demás se les ha asignado coeficientes nulos para las ecuaciones en que no toman parte.

## 5.2. Cálculo de los parámetros del modelo para todas las cuadrículas de Baleares.

Para poder aplicar el modelo CLIBA2 a cualquier cuadrícula de las Islas Baleares es preciso conocer los valores que en todas ellas adquieren los 14 parámetros que intervienen en el modelo. Puesto que estos parámetros se calculan a partir de las altitudes puntuales de la red U.T.M. de 1 km, ha habido que tomar todas estas altitudes de la cartografía 1:50000 de Mallorca, Ibiza y Formentera, y 1:25000 de Menorca, del Servicio Geográfico del Ejército. Sus valores constituyen las tres matrices básicas de altitudes (Mallorca, Menorca, e Islas Pitiusas), y se ofrecen en la tabla 5.2, expresadas en decámetros. Si bien las matrices son rectangulares, para su presentación en la tabla se han fragmentado de modo que aparezcan todos los valores correspondientes a tierra firme. El valor cero se ha reservado para los puntos localizados sobre el mar.

Con cierta frecuencia se da la circunstancia de que una



Tabla 5.1.- Matriz CLIBA2, de 15x48 elementos.  
(Transpuesta).

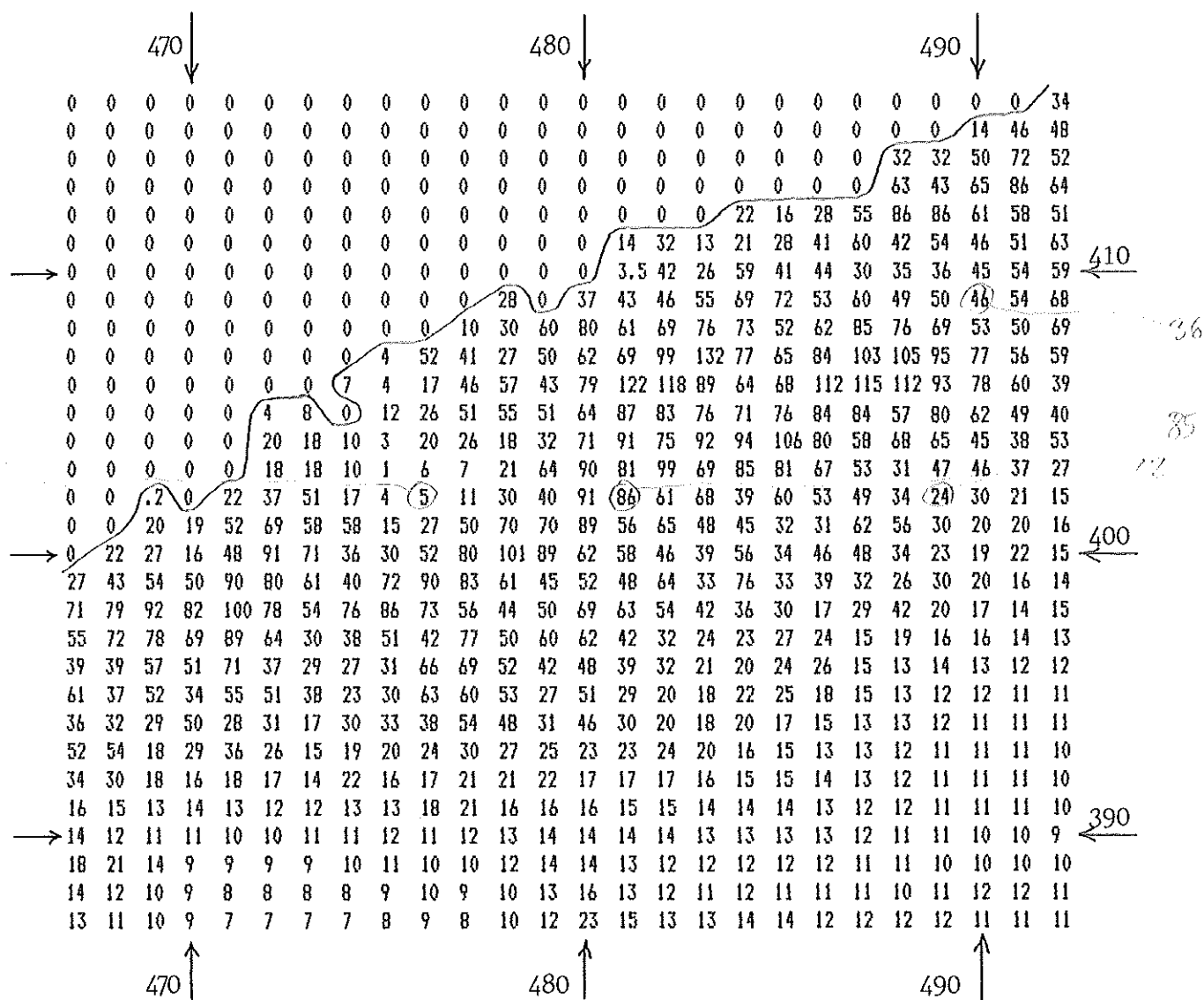
1	2	3	4	5	6	7	8
a	Y	A1	A1-100	A7	R13	PN5	PE1
-4,4910E+001	+2,3087E-001	+0,0000E+000	+0,0000E+000	+8,3508E-002	+5,8481E-002	+0,0000E+000	+0,0000E+000
-4,3720E+001	+1,9147E-001	+0,0000E+000	+0,0000E+000	+8,1947E-002	+1,7036E-002	+0,0000E+000	+0,0000E+000
-2,9900E+000	+9,3276E-002	+0,0000E+000	+0,0000E+000	+1,0388E-001	+3,6433E-002	+0,0000E+000	+0,0000E+000
-1,2090E+001	+1,3104E-001	+0,0000E+000	+0,0000E+000	+6,7369E-002	+2,0430E-002	+0,0000E+000	+0,0000E+000
-9,6800E+000	+9,1971E-002	+0,0000E+000	+0,0000E+000	+3,5793E-002	+2,1339E-002	+0,0000E+000	+0,0000E+000
+1,6010E+001	+3,3097E-003	+0,0000E+000	+0,0000E+000	+9,6092E-003	+1,0741E-002	+0,0000E+000	+0,0000E+000
-6,1800E+000	+3,0877E-002	+0,0000E+000	+0,0000E+000	+3,6427E-003	+2,1291E-003	+0,0000E+000	+0,0000E+000
-9,8000E-001	+6,8997E-002	+0,0000E+000	+0,0000E+000	+1,3882E-002	+1,0198E-002	+0,0000E+000	+0,0000E+000
-7,9000E-001	+1,5876E-001	+0,0000E+000	+0,0000E+000	+2,9140E-002	+1,8594E-002	+0,0000E+000	+0,0000E+000
-2,4630E+001	+2,7874E-001	+0,0000E+000	+0,0000E+000	+1,0451E-001	+4,0487E-002	+0,0000E+000	+0,0000E+000
-7,3100E+001	+3,5255E-001	+0,0000E+000	+0,0000E+000	+8,9900E-002	+3,3713E-002	+0,0000E+000	+0,0000E+000
+3,1020E+001	+9,2407E-002	+0,0000E+000	+0,0000E+000	+1,2712E-001	+6,6765E-002	+0,0000E+000	+0,0000E+000
+1,6310E+001	-4,5920E-003	-7,8621E-003	+0,0000E+000	+0,0000E+000	+0,0000E+000	+7,5971E-002	-7,3895E-002
+1,7250E+001	-5,9366E-003	-7,8139E-003	+0,0000E+000	+0,0000E+000	+0,0000E+000	+6,7483E-002	-6,5092E-002
+1,8350E+001	-5,8999E-003	-7,8393E-003	+0,0000E+000	+0,0000E+000	+0,0000E+000	+5,3846E-002	-5,4912E-002
+2,0210E+001	-5,2829E-003	-7,5645E-003	+0,0000E+000	+0,0000E+000	+0,0000E+000	+2,9640E-002	-5,0392E-002
+2,3860E+001	-5,4369E-003	-6,4764E-003	+0,0000E+000	+0,0000E+000	+0,0000E+000	+4,4967E-002	-6,5258E-002
+2,6970E+001	-4,0566E-003	-6,0117E-003	+0,0000E+000	+0,0000E+000	+0,0000E+000	+7,5965E-002	-9,5584E-002
+3,0210E+001	-4,2140E-003	-5,4382E-003	+0,0000E+000	+0,0000E+000	+0,0000E+000	+8,0618E-002	-1,1273E-001
+3,0830E+001	-4,9388E-003	-5,6903E-003	+0,0000E+000	+0,0000E+000	+0,0000E+000	+8,2125E-002	-1,1903E-001
+2,8520E+001	-5,1084E-003	-6,4177E-003	+0,0000E+000	+0,0000E+000	+0,0000E+000	+9,7859E-002	-1,1537E-001
+2,4670E+001	-5,3438E-003	-7,2562E-003	+0,0000E+000	+0,0000E+000	+0,0000E+000	+8,2299E-002	-1,1205E-001
+2,0220E+001	-4,8839E-003	-7,6471E-003	+0,0000E+000	+0,0000E+000	+0,0000E+000	+8,2158E-002	-9,0679E-002
+1,7220E+001	-4,9029E-003	-7,9052E-003	+0,0000E+000	+0,0000E+000	+0,0000E+000	+8,1561E-002	-7,4692E-002
+1,3610E+001	-1,3169E-002	+0,0000E+000	-4,9732E-003	+0,0000E+000	+0,0000E+000	+2,1612E-001	+0,0000E+000
+1,3470E+001	-1,2192E-002	+0,0000E+000	-5,0207E-003	+0,0000E+000	+0,0000E+000	+2,0403E-001	+0,0000E+000
+1,3940E+001	-1,2028E-002	+0,0000E+000	-5,1536E-003	+0,0000E+000	+0,0000E+000	+2,0848E-001	+0,0000E+000
+1,5890E+001	-1,2496E-002	+0,0000E+000	-5,6320E-003	+0,0000E+000	+0,0000E+000	+1,7655E-001	+0,0000E+000
+1,9540E+001	-1,3660E-002	+0,0000E+000	-5,9031E-003	+0,0000E+000	+0,0000E+000	+1,5050E-001	+0,0000E+000
+2,2650E+001	-1,2612E-002	+0,0000E+000	-6,4503E-003	+0,0000E+000	+0,0000E+000	+1,4092E-001	+0,0000E+000
+2,6180E+001	-1,3894E-002	+0,0000E+000	-6,6709E-003	+0,0000E+000	+0,0000E+000	+1,7026E-001	+0,0000E+000
+2,7260E+001	-1,4891E-002	+0,0000E+000	-6,9848E-003	+0,0000E+000	+0,0000E+000	+1,7232E-001	+0,0000E+000
+2,5060E+001	-1,4398E-002	+0,0000E+000	-6,6345E-003	+0,0000E+000	+0,0000E+000	+1,8305E-001	+0,0000E+000
+2,0690E+001	-1,2073E-002	+0,0000E+000	-6,2876E-003	+0,0000E+000	+0,0000E+000	+1,9113E-001	+0,0000E+000
+1,6310E+001	-1,1144E-002	+0,0000E+000	-5,4923E-003	+0,0000E+000	+0,0000E+000	+2,1090E-001	+0,0000E+000
+1,3410E+001	-9,9850E-003	+0,0000E+000	-5,2167E-003	+0,0000E+000	+0,0000E+000	+2,1401E-001	+0,0000E+000
+8,4500E+000	-1,2115E-002	+0,0000E+000	-5,9264E-003	+0,0000E+000	+0,0000E+000	+2,6558E-001	+0,0000E+000
+7,4800E+000	-1,0016E-002	+0,0000E+000	-5,5672E-003	+0,0000E+000	+0,0000E+000	+2,7206E-001	+0,0000E+000
+8,3900E+000	-1,1223E-002	+0,0000E+000	-5,8151E-003	+0,0000E+000	+0,0000E+000	+2,5661E-001	+0,0000E+000
+1,1140E+001	-1,2890E-002	+0,0000E+000	-5,7525E-003	+0,0000E+000	+0,0000E+000	+2,4069E-001	+0,0000E+000
+1,6180E+001	-1,6944E-002	+0,0000E+000	-6,1162E-003	+0,0000E+000	+0,0000E+000	+2,0264E-001	+0,0000E+000
+1,9070E+001	-1,4811E-002	+0,0000E+000	-6,2343E-003	+0,0000E+000	+0,0000E+000	+1,9114E-001	+0,0000E+000
+2,3930E+001	-1,8452E-002	+0,0000E+000	-6,8589E-003	+0,0000E+000	+0,0000E+000	+2,1991E-001	+0,0000E+000
+2,3120E+001	-1,4682E-002	+0,0000E+000	-6,6381E-003	+0,0000E+000	+0,0000E+000	+2,3718E-001	+0,0000E+000
+2,1410E+001	-1,6532E-002	+0,0000E+000	-6,1946E-003	+0,0000E+000	+0,0000E+000	+2,4825E-001	+0,0000E+000
+1,5880E+001	-1,3706E-002	+0,0000E+000	-6,1435E-003	+0,0000E+000	+0,0000E+000	+2,6831E-001	+0,0000E+000
+1,1430E+001	-1,2908E-002	+0,0000E+000	-5,9804E-003	+0,0000E+000	+0,0000E+000	+2,5607E-001	+0,0000E+000
+8,9100E+000	-1,1600E-002	+0,0000E+000	-6,1052E-003	+0,0000E+000	+0,0000E+000	+2,8151E-001	+0,0000E+000

(Continuación tabla 5.1)

9	10	11	12	13	14	15
C3	C7	HN	HW	DM	DN	MR7
-9,0782E-002	+0,0000E+000	-9,5378E-003	+9,8607E-003	+0,0000E+000	-1,0326E-001	-6,9030E-002
-7,5814E-002	+0,0000E+000	-8,6894E-003	+1,4396E-002	+0,0000E+000	+2,7042E-002	-3,5857E-002
-5,7927E-002	+0,0000E+000	-1,1697E-002	+1,1163E-002	+0,0000E+000	+2,1288E-002	-5,2912E-002
-6,9236E-002	+0,0000E+000	-1,2088E-002	+1,3601E-002	+0,0000E+000	-1,9384E-002	-4,6041E-002
-3,4418E-002	+0,0000E+000	-3,7899E-003	+1,1430E-002	+0,0000E+000	+1,9104E-002	-3,2773E-002
-1,2754E-002	+0,0000E+000	+2,4455E-003	+2,8712E-003	+0,0000E+000	-3,2193E-002	-8,2484E-002
-4,4739E-003	+0,0000E+000	-1,5416E-003	+4,4344E-003	+0,0000E+000	+6,1555E-002	-1,8039E-002
-3,2363E-002	+0,0000E+000	-9,1096E-003	+1,0686E-002	+0,0000E+000	-2,0052E-002	-6,5077E-002
-6,1053E-002	+0,0000E+000	-2,4237E-003	-2,8808E-003	+0,0000E+000	-2,3465E-001	-1,6929E-001
-1,4490E-001	+0,0000E+000	-1,6036E-002	+8,8566E-003	+0,0000E+000	-1,8600E-001	-1,2080E-001
-1,8343E-001	+0,0000E+000	-2,7584E-002	+2,0951E-002	+0,0000E+000	-1,2076E-001	-4,1977E-002
-1,5676E-001	+0,0000E+000	-2,0484E-002	+1,1612E-002	+0,0000E+000	-2,8736E-001	-1,2215E-001
+0,0000E+000	-2,8397E-003	-6,1763E-005	+1,2283E-003	+1,0641E-002	+0,0000E+000	+0,0000E+000
+0,0000E+000	-3,1766E-003	+1,7020E-004	+1,2560E-003	+7,4093E-003	+0,0000E+000	+0,0000E+000
+0,0000E+000	-2,7061E-003	+6,5155E-004	+1,2063E-003	+9,2161E-003	+0,0000E+000	+0,0000E+000
+0,0000E+000	-3,0584E-003	+1,0952E-003	+9,6569E-004	+2,2857E-002	+0,0000E+000	+0,0000E+000
+0,0000E+000	-4,2536E-003	+1,2368E-003	+1,0728E-003	+4,9040E-002	+0,0000E+000	+0,0000E+000
+0,0000E+000	-5,0999E-003	+1,1883E-003	+1,4557E-003	+7,0486E-002	+0,0000E+000	+0,0000E+000
+0,0000E+000	-5,3751E-003	+1,3253E-003	+1,5794E-003	+8,3830E-002	+0,0000E+000	+0,0000E+000
+0,0000E+000	-5,1329E-003	+1,2301E-003	+1,5466E-003	+7,8330E-002	+0,0000E+000	+0,0000E+000
+0,0000E+000	-4,7003E-003	+9,6751E-004	+1,3173E-003	+5,0735E-002	+0,0000E+000	+0,0000E+000
+0,0000E+000	-3,6722E-003	+3,7971E-004	+1,1474E-003	+2,8586E-002	+0,0000E+000	+0,0000E+000
+0,0000E+000	-2,9975E-003	-5,0124E-005	+1,1122E-003	+1,8269E-002	+0,0000E+000	+0,0000E+000
+0,0000E+000	-2,3555E-003	-1,2547E-004	+1,1231E-003	+3,4007E-003	+0,0000E+000	+0,0000E+000
+0,0000E+000	+0,0000E+000	+0,0000E+000	-1,2766E-003	+0,0000E+000	-7,8536E-002	+0,0000E+000
+0,0000E+000	+0,0000E+000	+0,0000E+000	-1,3426E-003	+0,0000E+000	-7,7516E-002	+0,0000E+000
+0,0000E+000	+0,0000E+000	+0,0000E+000	-1,3063E-003	+0,0000E+000	-7,5497E-002	+0,0000E+000
+0,0000E+000	+0,0000E+000	+0,0000E+000	-1,1411E-003	+0,0000E+000	-6,6317E-002	+0,0000E+000
+0,0000E+000	+0,0000E+000	+0,0000E+000	-1,0706E-003	+0,0000E+000	-5,8007E-002	+0,0000E+000
+0,0000E+000	+0,0000E+000	+0,0000E+000	-9,2817E-004	+0,0000E+000	-5,0508E-002	+0,0000E+000
+0,0000E+000	+0,0000E+000	+0,0000E+000	-7,5755E-004	+0,0000E+000	-5,1962E-002	+0,0000E+000
+0,0000E+000	+0,0000E+000	+0,0000E+000	-6,7986E-004	+0,0000E+000	-5,1185E-002	+0,0000E+000
+0,0000E+000	+0,0000E+000	+0,0000E+000	-9,9008E-004	+0,0000E+000	-5,5149E-002	+0,0000E+000
+0,0000E+000	+0,0000E+000	+0,0000E+000	-1,3113E-003	+0,0000E+000	-5,9869E-002	+0,0000E+000
+0,0000E+000	+0,0000E+000	+0,0000E+000	-1,4678E-003	+0,0000E+000	-7,4035E-002	+0,0000E+000
+0,0000E+000	+0,0000E+000	+0,0000E+000	-1,3759E-003	+0,0000E+000	-7,6284E-002	+0,0000E+000
+0,0000E+000	+0,0000E+000	+0,0000E+000	-1,1094E-003	+0,0000E+000	-8,6487E-002	+0,0000E+000
+0,0000E+000	+0,0000E+000	+0,0000E+000	-1,0254E-003	+0,0000E+000	-8,5738E-002	+0,0000E+000
+0,0000E+000	+0,0000E+000	+0,0000E+000	-1,1377E-003	+0,0000E+000	-8,0480E-002	+0,0000E+000
+0,0000E+000	+0,0000E+000	+0,0000E+000	-1,0653E-003	+0,0000E+000	-8,0667E-002	+0,0000E+000
+0,0000E+000	+0,0000E+000	+0,0000E+000	-8,0329E-004	+0,0000E+000	-7,1029E-002	+0,0000E+000
+0,0000E+000	+0,0000E+000	+0,0000E+000	-8,7486E-004	+0,0000E+000	-5,8544E-002	+0,0000E+000
+0,0000E+000	+0,0000E+000	+0,0000E+000	-5,5346E-004	+0,0000E+000	-5,7571E-002	+0,0000E+000
+0,0000E+000	+0,0000E+000	+0,0000E+000	-7,1630E-004	+0,0000E+000	-5,3380E-002	+0,0000E+000
+0,0000E+000	+0,0000E+000	+0,0000E+000	-1,1025E-003	+0,0000E+000	-6,9662E-002	+0,0000E+000
+0,0000E+000	+0,0000E+000	+0,0000E+000	-1,1376E-003	+0,0000E+000	-7,1547E-002	+0,0000E+000
+0,0000E+000	+0,0000E+000	+0,0000E+000	-1,3073E-003	+0,0000E+000	-8,7510E-002	+0,0000E+000
+0,0000E+000	+0,0000E+000	+0,0000E+000	-1,2668E-003	+0,0000E+000	-8,7862E-002	+0,0000E+000



## Mallorca





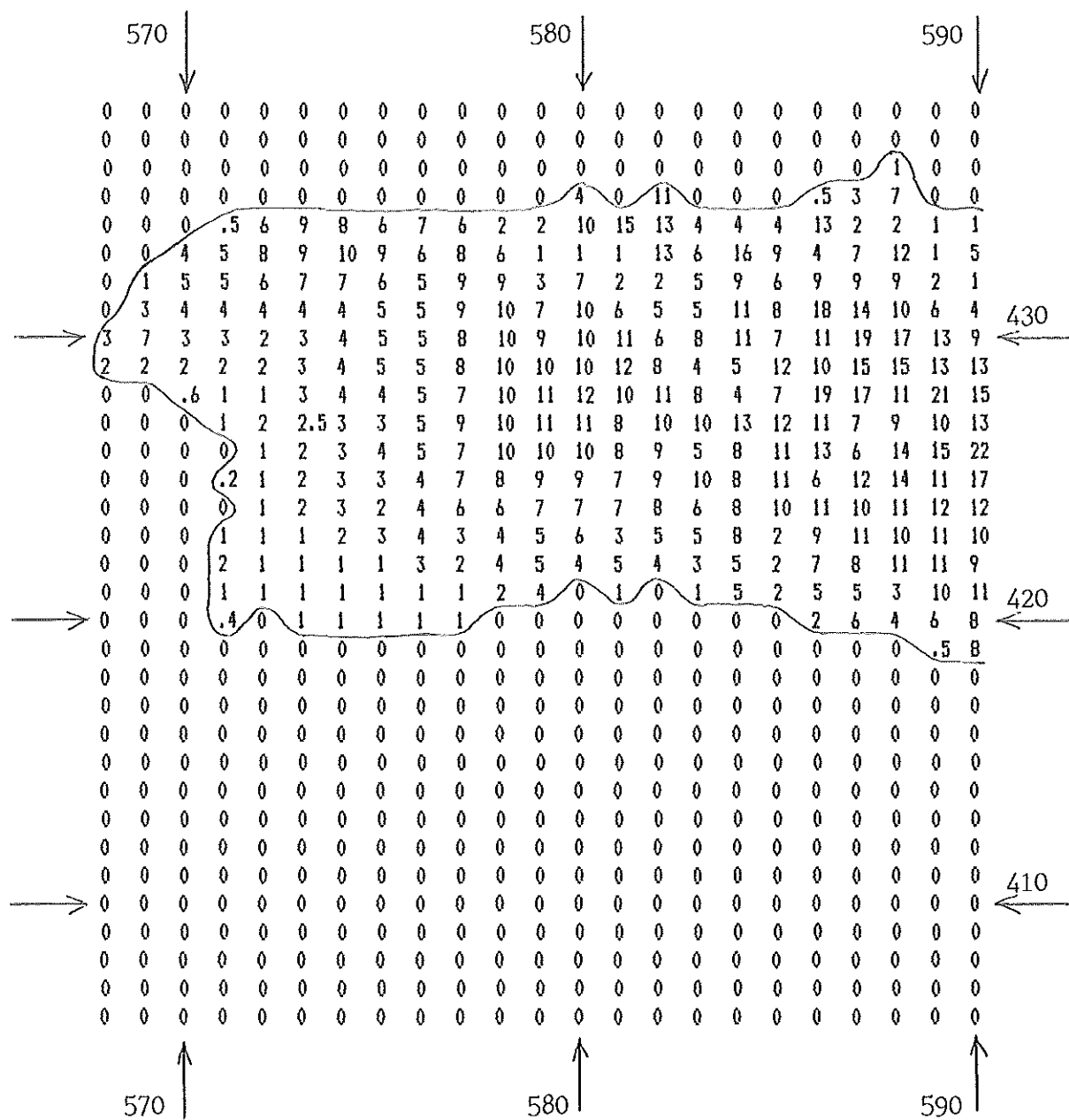








## Menorca









cuadrícula cuyos cuatro vértices corresponden a superficie marítima, contiene una parte más o menos importante de superficie terrestre, bien sea algún islote de reducidas dimensiones, bien algún cabo de una isla mayor. Con objeto de que estas cuadrículas no sean ignoradas durante el proceso de cálculo de los parámetros, se les ha marcado asignando a su vértice inferior izquierdo el valor -0,1 Dm.

Grabadas estas matrices en disco magnético, a partir de ellas y mediante el programa "CALCUA" (apéndice), se han calculado los parámetros de cada cuadrícula de Baleares, almacenándolas en los ficheros "PACUMA", "PACUMA2", "PACUME", y "PACUIF", que corresponden, los dos primeros a Mallorca (por su extensión no han cabido todas sus cuadrículas en un disco), y los otros a Menorca e Ibiza-Formentera, respectivamente.

Con objeto de economizar capacidad de almacenamiento, en los ficheros sólo se han grabado los parámetros X, Y, A1, A7, R13, PN5, PE1, C3, HN, HW, DM, DN, y MR7, ya que los dos restantes, |A1-100| y C7, pueden obtenerse a partir de ellos. (El parámetro X no interviene en el modelo, pero es necesario para la localización geográfica de la cuadrícula).

El programa CALCUA realiza un barrido de las matrices de altitudes comprobando si los cuatro vértices de cada cuadrícula poseen valor cero, en cuyo caso pasa a la cuadrícula siguiente. En caso contrario, procede al cálculo y grabación de los mencionados parámetros, y así todas las cuadrículas que comprenden total o parcialmente algún área de tierra son tenidas en cuenta en el proceso. En total el número de cuadrículas grabadas ha sido:

Mallorca ...	2560 + 1358 =	3918
Menorca .....		806
Ibiza y Formentera .....		811
<u>TOTAL .....</u>		<u>5535</u>

Durante el proceso de cálculo y grabación se ha generado un listado que, en función de las coordenadas U.T.M. (X e Y), proporciona el número de orden en que se ha grabado cada cuadrícula, con objeto de poder acceder a ellas individualmente cuando se requiera.

### 5.3. Aplicaciones del modelo.

Una vez se dispone de la matriz del modelo (CLIBA2) y de las de los parámetros de cualquier cuadrícula de las Islas (PACUMA, PACUMA2, PACUME, y PACUIF), el cálculo de los valores termopluviométricos medios estimados por el modelo para una cuadrícula cualquiera se realiza en dos fases:

1ª) Lectura del vector de parámetros de la cuadrícula deseada a partir del archivo adecuado, y constitución, a partir de él, del vector operativo, que ha de constar de 15 elementos, en el siguiente orden:

Nº de orden	1	2	3	4	5	6	7	8
Parámetro	1	Y	A1	A1-100	A7	R13	PN5	PE1

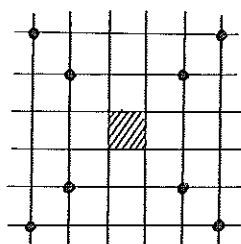
  

Nº de orden	9	10	11	12	13	14	15
Parámetro	C3	C7	HN	HW	DM	DN	MR7

El primer elemento es la unidad, ya que en la primera fila de la matriz del modelo se hallan los términos independientes de todas las ecuaciones de regresión múltiple.

El cálculo de |A1-100| se realiza de forma inmediata a partir de A1, y el de C7, a partir de A1 y A7, ya que:

$C7 = A1 - M$ , donde M representa la media de los 8 puntos:



Pero, conocidos A1 y A7, podemos obtener M como:

$$M = ( 12 \cdot A7 - 4 \cdot A1 ) / 8$$

Y entonces:

$$\begin{aligned} \overline{C7} &= A1 - ( 12 \cdot A7 - 4 \cdot A1 ) / 8 = \\ A1 - A7 \cdot 3/2 + A1 \cdot 1/2 &= \overline{3 ( A1 - A7 ) / 2} \end{aligned}$$

Los demás elementos del vector operativo se toman directamente del vector grabado.

2ª) Multiplicación del vector de parámetros operativo por la matriz del modelo, lo que da como resultado el vector de las 48 medias termopluviométricas mensuales estimadas, según el modelo "puro".

Para incorporar el método corrector a las precipitaciones, a las 12 primeras estimaciones hay que añadir el término residual calculado según el método expuesto en el apartado 4.4.1.5, y para ello es necesario disponer de los residuos mensuales de las estimaciones del modelo en las cuadrículas en que existen estaciones pluviométricas, así como de las coordenadas X e Y de dichas estaciones, para poder calcular la distancia de las mismas a la cuadrícula de aplicación.

Los residuos mensuales de las 109 estaciones pluviométricas se han calculado (tabla 5.3) y grabado en disco magnético, de modo que puedan ser accesibles a los programas de aplicaciones, que incorporarán el método corrector en forma de subrutina.

Las aplicaciones del modelo se pueden clasificar en dos tipos:

1º) Extensivas, en las que se calcula un sólo elemento climático para todas las cuadrículas de las Islas Baleares. Se obtienen así, mediante una salida adecuada, cartografías climáticas generadas por el ordenador según el modelo, con lo que se elimina gran parte de la subjetividad de las cartografías clásicas.

Tabla 5.3.- Resúduos mensuales (en mm) de las estimaciones del modelo en las cuadrículas de las 109 estaciones pluviométricas.

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
1	-7,0	-5,7	-3,7	2,3	-0,4	2,4	-2,5	-4,3	4,5	3,0	-3,3	0,3
2	-0,4	-1,4	4,3	1,5	-9,5	-1,9	-1,2	-1,4	-2,3	-0,5	7,4	8,5
3	3,2	-4,3	-2,6	-1,7	-2,4	-2,8	1,2	-0,6	-0,4	-5,0	-2,4	-3,5
4	2,7	-3,7	-1,9	0,3	-0,8	-0,5	-2,2	2,2	-1,5	-3,1	-10,9	-7,2
5	3,0	2,1	2,1	-4,2	-2,0	0,5	-3,6	-4,1	-3,7	-2,6	2,8	5,2
6	2,5	2,5	2,4	-3,8	-6,4	-0,5	-2,8	-4,4	3,9	-0,3	0,1	4,7
7	7,6	6,0	0,7	0,0	3,3	2,8	1,1	2,5	3,6	10,4	18,2	5,9
8	14,6	11,3	10,7	5,9	7,8	-0,6	1,4	3,0	4,9	18,0	18,3	18,7
9	-7,2	-6,2	-6,2	-3,3	2,4	3,5	1,8	-0,7	-3,5	-6,1	-12,7	0,6
10	11,2	14,7	20,0	10,7	5,9	6,0	0,1	8,3	2,8	12,3	17,6	22,0
11	-8,3	-3,4	-1,8	-6,5	-1,3	2,3	0,9	-2,9	-8,7	-7,1	-7,9	1,1
12	21,6	18,5	19,9	16,3	-1,8	-5,1	-0,1	3,2	0,5	18,4	35,8	33,9
13	7,6	4,4	12,7	10,9	6,9	4,3	2,0	6,6	5,0	23,0	13,4	23,9
14	2,5	5,7	7,6	6,8	5,1	1,0	2,1	8,8	2,6	4,2	1,5	1,3
15	19,1	24,5	19,7	17,3	8,2	-1,3	3,6	4,5	-0,0	16,7	26,7	30,0
16	1,4	-8,9	-8,6	1,3	-1,5	-2,0	1,3	-1,0	5,1	6,7	6,0	3,2
17	-6,1	-13,9	-9,3	-6,8	-1,3	1,5	-0,9	-1,5	2,2	-6,6	-2,9	-20,9
18	-7,1	-6,1	-4,0	0,4	3,1	-2,1	0,3	3,8	3,4	-0,2	-5,1	-15,1
19	4,5	4,3	-1,0	-1,1	8,8	-0,7	3,7	6,6	0,3	12,4	3,2	6,0
20	-5,9	-0,2	-1,7	-2,3	-0,4	-7,3	1,4	2,1	-1,4	-3,4	-7,8	-7,8
21	-3,3	-6,6	-8,2	-2,9	0,6	0,7	-0,6	1,5	-7,6	-7,2	-1,5	-11,0
22	2,5	0,8	-1,3	-2,9	4,1	2,4	-2,7	-4,0	4,6	-3,1	4,6	1,4
23	8,7	4,3	10,9	10,5	7,2	4,2	1,7	3,8	6,1	9,7	14,6	12,1
24	-14,6	-9,6	-6,9	-5,9	3,3	3,6	2,4	-1,1	3,2	-16,6	-19,8	-25,9
25	-8,3	-3,3	-4,6	-8,1	0,0	-0,3	-0,8	-0,7	-4,8	-4,3	-2,1	-10,1
26	-1,1	-2,9	-6,9	-3,1	-0,8	2,8	-5,5	-0,1	-3,4	-5,0	-4,0	-4,4
27	-6,1	-3,7	-6,7	-4,2	-0,9	-2,0	-0,1	0,3	5,7	0,5	-8,7	-4,8
28	-2,8	-2,2	0,0	0,1	-2,0	0,1	2,8	1,1	2,1	2,6	-7,3	-2,7
29	15,9	15,4	16,3	13,4	0,3	3,1	3,0	8,4	3,7	21,2	28,9	32,8
30	-8,7	-0,4	-0,9	-0,6	-2,4	4,0	-1,0	-4,6	-6,7	-5,4	-2,7	7,0
31	-0,3	0,6	-1,4	-4,0	-10,4	-7,0	-1,6	2,1	-2,9	0,9	10,3	4,1
32	-14,3	-4,0	-18,1	-8,3	-7,5	1,9	-2,8	-6,8	-6,7	-22,1	-29,5	-13,7
33	-6,3	-9,6	-5,8	-13,5	-6,9	-6,3	-5,3	-11,5	-6,9	-26,1	-16,2	-26,1
34	0,4	-2,5	2,7	-3,2	-0,1	1,2	-0,9	-0,8	4,3	-12,4	-17,8	-10,5
35	-12,2	-17,2	-20,1	-6,5	-1,2	6,9	-4,0	-5,1	-5,3	-21,2	-16,1	-24,9
36	-2,1	-8,9	-1,8	-5,0	-2,2	5,7	-2,1	-0,6	-4,7	-12,5	-18,8	-7,9
37	7,5	23,3	14,6	12,6	9,6	-3,8	1,1	5,6	9,3	26,2	28,7	27,8
38	8,6	0,5	5,4	1,4	-5,2	1,5	-6,4	-7,7	4,0	11,0	7,1	9,4
39	-5,2	-9,1	-4,4	-2,2	1,2	-0,3	-0,5	-7,3	0,4	2,8	3,6	0,5
40	-16,7	-18,4	-10,0	-15,6	-16,8	-1,9	1,4	-8,6	-13,6	-28,6	-20,1	-36,5
41	-22,9	-23,5	-11,4	-19,9	-13,1	3,0	1,5	-2,1	-6,2	-23,8	-39,3	-31,3
42	-1,9	-0,6	-5,1	-3,4	-5,3	-2,6	3,8	-2,0	-5,3	3,5	2,6	-8,2
43	11,1	4,4	7,2	5,0	-2,0	-1,0	-2,5	3,5	-1,2	2,9	2,6	5,3
44	-1,5	-1,8	-2,5	-4,4	-3,7	1,7	0,7	-1,3	0,7	-9,9	-9,0	-1,3
45	-5,8	-2,7	-7,6	-7,5	-4,3	0,7	-1,6	-5,8	0,6	-11,2	-21,2	-12,5
46	5,3	4,0	4,2	-0,1	-7,0	-0,2	1,5	-0,0	8,1	8,8	8,3	5,3
47	1,3	-2,2	-0,2	-1,5	-5,9	-6,6	-0,1	-6,0	2,7	1,4	4,9	-2,0
48	11,5	10,2	8,3	7,4	10,6	1,3	1,3	3,7	6,4	7,7	19,3	10,1
49	1,4	-8,7	-5,5	4,2	-1,9	-1,7	-1,8	4,2	1,1	8,3	-5,3	1,8
50	-0,8	-5,3	-9,2	2,9	4,1	5,8	3,0	-0,4	11,8	17,4	0,0	10,0



51	4,7	7,0	12,7	7,8	0,5	2,0	-0,8	3,2	3,3	12,0	14,9	13,3
52	-0,6	4,3	4,3	3,5	-1,0	-2,0	0,5	0,9	-4,0	-1,2	6,8	5,0
53	3,0	0,9	0,7	-2,2	1,5	0,2	1,2	-0,6	-4,0	-5,7	-1,2	0,6
54	-3,1	-1,3	-4,2	-4,3	0,0	2,4	1,8	-1,6	-8,0	-13,7	-4,8	-6,9
55	2,8	-0,3	-1,7	-0,9	-2,4	2,2	-1,0	2,5	-0,3	-5,1	2,1	-3,3
56	12,5	13,1	14,4	8,6	9,3	4,8	3,2	3,5	7,4	9,8	17,5	19,4
57	2,2	0,4	3,4	1,7	3,1	-2,3	-1,0	0,2	-0,4	0,4	4,7	12,8
58	10,3	7,3	5,9	3,8	7,1	1,8	1,6	3,3	2,0	8,7	9,1	9,9
59	-0,4	3,8	1,1	-0,4	1,7	4,1	1,8	2,2	1,1	-5,8	1,2	-2,6
60	1,5	3,3	3,2	0,1	-1,9	4,1	-3,4	2,4	4,2	-4,0	1,5	1,3
61	5,4	3,0	4,4	1,3	2,4	-2,0	1,0	-4,3	3,3	-13,9	9,4	1,2
62	6,9	-4,9	-1,4	1,6	5,2	5,2	0,0	8,5	4,7	3,6	0,4	-5,7
63	-13,4	-10,2	-14,1	-13,3	-2,6	2,5	-12,3	-8,2	-4,9	-9,3	-36,0	-20,2
64	-19,6	-17,3	-20,2	-28,8	-14,0	-6,8	-8,4	-11,2	-13,2	-24,3	-33,0	-30,1
65	-9,9	-9,3	-12,1	-17,9	-7,6	-3,1	-5,9	-10,2	-4,1	-14,2	-24,3	-24,4
66	10,0	9,9	5,7	3,5	-0,2	-0,4	-1,3	-3,4	6,8	13,9	13,9	18,1
67	2,8	-3,4	-1,0	1,8	2,3	1,4	-1,5	4,7	3,7	5,6	-1,6	2,8
68	-9,2	-4,3	-9,2	-11,4	-4,8	0,9	-1,7	-8,4	-3,6	-15,7	-27,5	-22,6
69	6,8	6,8	2,8	6,1	3,6	-2,1	-4,4	-2,1	-9,6	13,8	13,5	7,1
70	-6,1	-3,8	-3,5	-0,4	-6,4	-1,0	2,0	4,8	3,8	-9,7	-10,0	-9,2
71	17,3	17,4	16,3	10,3	4,3	-7,3	0,5	6,6	-3,9	19,1	32,3	30,4
72	-2,1	1,2	-0,6	-1,0	-0,7	-2,5	1,5	-1,7	-5,6	-6,2	-1,6	-3,4
73	11,7	15,9	11,1	13,8	7,9	1,2	0,7	4,0	2,5	17,2	24,1	23,2
74	9,1	13,1	13,7	10,7	7,1	-2,9	1,1	3,2	1,8	11,2	22,7	14,0
75	-2,9	0,7	-3,8	-4,2	-2,0	-2,2	1,1	-2,4	-7,0	-6,3	-4,8	-10,3
76	-7,0	-2,5	0,8	1,8	2,3	4,2	2,6	6,2	-1,0	-5,4	-9,4	-7,3
77	0,5	1,3	-0,6	0,7	-9,3	-3,8	2,9	-0,7	-0,6	-2,5	1,4	-1,2
78	5,3	2,8	1,2	-3,6	-5,0	-3,0	2,2	-5,4	-2,9	-5,8	10,0	3,1
79	2,0	0,7	-0,4	-4,7	-4,0	-4,6	0,6	-7,7	-3,2	-6,8	4,5	0,2
80	4,8	3,6	6,2	4,7	-4,6	-2,4	1,6	-0,3	3,6	9,0	6,7	6,1
81	-3,8	-0,8	2,5	0,9	-1,8	-11,5	-2,2	-0,5	-7,9	5,7	-1,7	2,6
82	0,9	-2,3	0,5	3,2	4,6	3,0	1,7	1,5	9,2	6,0	1,2	1,5
83	1,3	-4,3	-2,0	0,8	6,2	1,1	1,3	0,9	4,3	11,7	-0,9	5,3
84	-1,0	0,2	3,1	6,6	4,1	2,2	0,7	5,1	1,8	-3,4	-3,3	4,8
85	1,9	-3,8	-0,7	6,6	4,9	1,8	2,3	0,9	10,0	10,0	0,5	4,9
86	0,8	3,8	-3,7	-8,4	-4,0	-1,3	-0,2	1,0	0,1	-1,5	5,3	-0,4
87	13,0	10,3	4,6	10,1	7,5	3,8	2,6	3,1	1,6	5,1	21,3	27,5
88	3,5	-2,4	3,5	-0,2	-1,3	0,2	1,6	-2,1	-0,9	-2,0	7,1	4,7
89	4,4	1,2	3,1	2,0	-2,6	-3,1	0,7	-2,0	-0,4	1,5	12,1	8,0
90	-10,6	-4,0	-1,5	-1,4	0,7	1,1	-3,7	-1,7	-2,6	1,8	3,3	-5,2
91	8,7	15,8	10,8	3,7	0,1	-2,4	-0,8	3,1	8,7	5,4	19,7	9,1
92	-9,1	-5,9	-8,0	1,6	-1,2	-3,2	2,6	3,9	-0,4	2,4	-1,0	-3,5
93	6,9	3,1	4,5	6,6	-1,8	1,2	0,7	-3,2	1,1	18,4	22,3	5,8
94	-3,3	0,5	3,1	1,2	2,1	5,9	3,0	3,6	5,4	-5,5	-11,6	0,9
95	-5,2	-5,8	-1,4	-1,4	-1,1	-0,3	-1,9	-2,7	-2,1	-3,1	-9,9	-3,1
96	-5,8	-6,3	-4,2	-6,1	-0,8	4,1	0,5	-3,3	0,7	-2,8	-20,0	-10,4
97	-8,2	-8,3	-8,9	-0,4	1,7	-0,7	0,5	-1,6	-5,5	-9,6	-13,2	-10,9
98	0,2	2,1	-1,8	4,0	0,4	1,0	3,0	5,9	2,0	-0,5	1,5	-8,8
99	-1,4	-3,1	-0,2	6,2	2,9	1,5	0,9	4,7	5,7	1,8	-9,7	-0,0
100	-9,2	-6,9	-7,6	2,9	5,9	1,7	0,7	1,8	0,8	-6,4	-18,1	-4,3
101	-4,3	-0,5	-7,6	-8,2	1,9	-3,5	0,4	0,8	-5,6	-4,6	-2,9	-11,2
102	-6,8	-5,5	-4,3	4,9	5,9	1,9	2,3	1,3	-0,4	1,9	-10,1	0,4
103	-2,5	5,5	-0,5	3,7	7,7	1,7	2,2	6,5	6,3	10,9	4,2	3,4
104	-3,7	-1,9	-7,5	-6,6	0,5	-3,9	1,4	-2,9	1,4	-4,6	-17,1	-8,7
105	0,3	1,8	-1,4	-0,4	5,2	-1,9	1,1	0,3	8,1	10,6	-6,0	3,9
106	2,1	-0,8	2,1	2,3	1,8	2,0	-1,9	0,1	5,4	2,3	3,1	-5,1
107	-7,5	-2,2	-9,0	-5,4	-1,4	2,5	-0,5	-7,1	-3,7	-7,7	-14,2	-12,0
108	-13,5	-14,8	-9,6	-10,2	-10,4	-0,1	-1,5	-0,5	-9,2	-22,9	-26,1	-23,0
109	-11,3	-11,2	-10,2	-7,4	-6,2	1,1	-2,4	-0,2	-5,8	-17,8	-18,8	-11,9

2º) Intensivas, en las que se calculan todas las medias termopluviométricas para una sola cuadrícula. De este modo se puede confeccionar una ficha climática más o menos compleja, pues a las medias mensuales calculadas se pueden añadir las medias y totales anuales, así como cualesquiera otros elementos calculables a partir de ellas, tales como índices climáticos, evaporaciones y evapotranspiraciones potenciales según fórmulas que sólo precisen datos termométricos, elaboración de fichas hídricas y diagramas climáticos, etc.

Como es lógico estos elementos derivados también se pueden cartografiar de modo automático.

A continuación se presentan y discuten los resultados de algunas de estas aplicaciones, tanto extensivas como intensivas.

#### 5.3.1. Cartografías climáticas

Para las aplicaciones de tipo extensivo, con obtención de cartografías climáticas diversas, se ha desarrollado el programa "CARTAU" (apéndice), que sucesivamente aplica el modelo CLIBA2 (con corrección de las precipitaciones) a todas las cuadrículas de Mallorca, Menorca, o Ibiza y Formentera, y guarda el resultado en memoria hasta que, una vez efectuado el cálculo del elemento deseado para todo el territorio, produce una salida en forma de mapa.

Cuando el elemento a cartografiar es una de las medias mensuales que proporciona el modelo, no se procede a la multiplicación del vector de parámetros por toda la matriz, sino que basta multiplicarlo por la columna correspondiente. (En el programa no se contempla la elección de opciones en un menú, sino que el elemento deseado se especifica mediante la modificación de una sencilla subrutina).

La salida del programa se puede efectuar de distintas formas. Aquí se ha empleado una impresora matricial tipo

"Epson", en la que en modo de escritura "comprimida" un campo de tres dígitos tiene aproximadamente la misma longitud que el espacio interlínea, por lo que los mapas obtenidos presentan muy poca distorsión. Se ha utilizado un espacio en blanco para separar la información de cada cuadrícula de la que le precede, y así se dispone todavía de dos dígitos para cada dato que, sólo con el empleo de números, ofrecen la posibilidad de representar 109 marcas de clase diferentes (desde -9 hasta 99).

Se ha adoptado el criterio de representar todas las clases numéricas mediante su límite inferior.

Para facilitar la localización de cada cuadrícula, a la salida obtenida con la impresora se ha superpuesto la red de coordenadas U.T.M. de 10 km, y para una mejor interpretación visual de los resultados, se han trazado, también manualmente, isolíneas con el espaciado que se ha creído más conveniente en cada caso.

#### 5.3.1.1. Precipitaciones

En el anexo 4 se ofrecen los mapas de precipitaciones mensuales obtenidas con el modelo, así como los de precipitación anual media. En los mapas mensuales los números representados se transforman en mm de precipitación al multiplicar por 5, excepto en los de verano (junio, julio, y agosto), que vienen dados directamente en mm.

En el mes de octubre, el más lluvioso, se alcanzan precipitaciones de 200 mm en la sierra mallorquina, mientras que en las zonas más meridionales no se llega a los 60 mm. Esto supone unos contrastes muy grandes en un espacio reducido (unos 25 km). En Menorca la mayor parte del territorio recibe de 75 a 100 mm, y en Ibiza-Formentera, de 60 a 85 mm.

El otro extremo pluviométrico mensual lo tenemos en el mínimo de julio. En Mallorca se observan precipitaciones de

5 a 20 mm. Estos últimos se alcanzan en la zona de Pollensa y no en las de mayor altitud, como sucede en el resto de los meses. En Menorca las precipitaciones de julio oscilan entre 4 y 7 mm, y en Ibiza-Formentera entre 3 y 6 mm.

En el mapa de precipitaciones anuales las clases representadas son de 20 mm. Así podemos observar en Mallorca medias anuales que van desde los 300 mm de las costas meridionales hasta los 1400 de la zona central de la sierra. En Menorca se tienen de 500 a 700 mm, y en Ibiza-Formentera oscilan desde los 350 hasta los 600 mm de las zonas más elevadas del norte de Ibiza.

#### 5.3.1.2.-Temperaturas

Los mapas termométricos se hallan agrupados en el anexo 5, y las cifras cartografiadas vienen dadas en °C.

En primer lugar aparecen los doce mapas mensuales de temperatura media, más el anual. En ellos resulta patente la disminución de la temperatura con la altitud, y también se aprecian diferencias entre las orientaciones sur y norte de las principales elevaciones.

Así, en Mallorca las temperaturas medias anuales del llano están comprendidas entre 15 y 18 °C, para disminuir en la montaña hasta los 9 °C de algunas cuadrículas. En Menorca predominan las temperaturas entre 16 y 17 °C. En Ibiza se tienen de 17 a 18 °C, aunque en las zonas de mayor relieve se llega hasta casi los 15 °C, y en Formentera los valores se mantienen alrededor de los 18 °C.

A continuación se tiene el mapa de amplitud anual de la temperatura media, con valores muy uniformes para todo el territorio: 14-15 °C en la mayor parte de Mallorca, y 13-14 °C en las demás islas y cornisa norte de Mallorca.

Después se dan los mapas de media de las máximas del mes más cálido, y media de las mínimas del mes más frío, que son elementos empleados en muchas clasificaciones

climáticas. La variabilidad de los valores es aquí mayor que en los mapas de temperatura media, y así, la gran complejidad de la distribución de las máximas en la cordillera mallorquina ha obligado a trazar las isotermas a intervalos de 4 °C, en lugar de los 2 °C empleados en la mayoría de los mapas termométricos.

Las máximas más altas aparecen en Mallorca en la zona central (32 a 33 °C), sobre todo en las proximidades de la sierra. En Menorca (29-30 °C) se reparten por toda la isla, y en Ibiza (30-31 °C) se dan en la parte central y sur.

En cuanto a las medias de las mínimas, los valores más bajos de Mallorca (0-1 °C) tienen lugar en las zonas más altas de la sierra, mientras que en el resto de las islas presenta una distribución más variada, debido a la ausencia de elevaciones importantes, con valores de 6-7 °C en Menorca, 7-8 °C en Ibiza, y 9-10 en Formentera.

A continuación se tienen los mapas de oscilación termométrica media diaria de los meses más cálido (agosto) y más frío (enero). Sus valores vienen calculados como diferencia de la media de las máximas y la media de las mínimas, y por tanto cabe esperar que sus errores sean la suma de los de estos dos elementos climáticos por separado. De hecho son los mapas que presentan mayor variabilidad, y algunos valores, los inferiores a 4 °C, parecen excesivamente bajos, por lo que no se ha trazado la isoterma correspondiente. Valores inferiores a 4 °C se dan en algunos meses de invierno en el observatorio de la sierra de Alfàbia (GUIJARRO, 1980), pero ésto corresponde a una situación de cumbre aislada que no parece extrapolable a los datos medios de 1 km<sup>2</sup>.

Hechas estas aclaraciones, las oscilaciones más extremadas en Mallorca se dan en agosto en la parte central y algunos enclaves montañosos (12-14 °C), y en enero en el llano, con valores de 10 a 11 °C en las comarcas de Sa Pobla y Campos. Las mínimas oscilaciones, del orden de 4 °C, se

restringen a algunas zonas montañosas, como queda dicho.

En Menorca las oscilaciones son menos variadas, con valores de 7 a 9 °C en agosto y 5 a 7 °C en enero, mientras que en Ibiza y Formentera se tienen 5 a 8 °C en agosto y 4 a 7 en enero, salvo unas pocas excepciones.

Por último, como guía de la distribución de las heladas, se dan los mapas de la media de las mínimas absolutas de los meses de noviembre a abril para Mallorca. Para el resto de las islas sólo se dan los del mes de enero, el más frío, ya que no aparecen en ellos valores inferiores a cero grados. Los mínimos son superiores a 1 °C en Menorca, a 2 °C en Ibiza (excepto en 7 cuadrículas), y a 4 °C en Formentera (también con unas pocas excepciones, un grado inferiores a este valor).

Esto no quiere decir que en estas islas no se produzcan heladas, pero sí indican su baja frecuencia. De hecho, si se tiene en cuenta que las desviaciones típicas de las mínimas absolutas del mes de enero oscilan alrededor del valor  $s=1,5$  °C, se puede estimar que aproximadamente 1 de cada 20 años (un 95% de ellos) la mínima absoluta será más de 3 °C inferior a la reflejada en los mapas.

En cuanto a las mínimas absolutas medias de Mallorca, en el mes de noviembre alcanzan valores de 0 a 1 °C en el llano (comarca de Campos), mientras que en las zonas de mayor altitud llegan a -3 °C. Estas temperaturas son progresivamente menores hasta los meses de enero y febrero, con -1 a -3 °C en las zonas más frías del llano y -4 a -6 °C en las de la montaña, para ir aumentando después hasta la desaparición de los valores negativos del llano en el mes de abril.

#### 5.3.1.3. Evapotranspiraciones potenciales anuales según Thornthwaite

Como ejemplo de elemento climático calculable a partir de las medias termopluviométricas mensuales se ha elegido el de la evapotranspiración potencial según THORNTHWAITE (1948), que aunque proporciona valores inferiores a los reales en climas como el nuestro (LINACRE, 1963), ha tenido difusión mundial y se sigue empleando profusamente.

Las ETP mensuales se han calculado mediante las fórmulas habituales (LISO y ASCASO, 1969; M.O.P.U., 1982), introducidas como subrutina en el programa CARTAU, y los valores totales anuales son los que se han cartografiado en el mapa del anexo 6, de 20 en 20 mm, y con isolíneas cada 100 mm.

En Mallorca se da una gran variabilidad en la zona montañosa, donde se tienen los valores máximo (más de 900 mm, en los enclaves más cálidos) y mínimo (600 mm, en los lugares de mayor altitud). En el llano la ETP es más uniforme, y oscila entre 800 y 900 mm.

En Menorca todavía es mayor la uniformidad de los valores obtenidos, que están comprendidos entre 800 y 860 mm, mientras que en Ibiza se tienen de 800 a 960 mm, y de 880 a 940 en Formentera.

Como complemento a estos mapas se han cartografiado también los valores del cociente entre la precipitación y la ETP anuales, que constituye un indicador del grado en que la precipitación cubre las necesidades hídricas de los vegetales, y como tal ha sido empleado con éxito en trabajos fitogeográficos (BOX, 1981).

En estos mapas (anexo 6) se observan valores del índice de hasta 2,0 en las zonas más altas de Mallorca. Fuera de la sierra norte de esta isla la precipitación es siempre inferior a la ETP de Thornthwaite, y así en el llano mallorquín se tienen valores de  $P/ETP$  desde 0,7-0,8 en el

norte hasta 0,4 en las zonas meridionales; en casi toda Menorca se supera el valor de 0,6 , aunque sin llegar a 0,9; y en Ibiza y Formentera se obtiene desde algo más de 0,3 hasta 0,7 , valor que se sobrepasa en unas pocas cuadrículas del norte de Ibiza.

#### 5.3.1.4. Índice climático de De Martonne

De entre el gran número de índices climáticos existentes, el de DE MARTONNE (1927) es uno de los más clásicos y sencillos de calcular:  $I = P / (T+10)$  , con P = precipitación anual (mm), y T = temperatura media anual (°C).

Su cartografía automática (anexo 6) muestra valores superiores a 60 en las zonas más elevadas de la cordillera mallorquina, mientras que en el llano se tienen entre 24 (al norte) y poco más de 10 (en el sur). En Menorca, excepto una pequeña franja costera, el índice es superior a 20, con valores de hasta 26 en el interior. En Ibiza oscila entre 10 y 23, y entre 10 y 16 en Formentera.

#### 5.3.1.5. Índice y clasificación climática de Emberger

Un índice más moderno que el anterior, y desarrollado especialmente para la región mediterránea, es el cociente pluviotérmico de EMBERGER (1955, 1971), que resulta ser de los que mejor caracterizan las variaciones climáticas en ambiente montano (OLIVER y GOMEZ, 1983).

En su versión más moderna se define como:

$$Q_2 = 2000 P / ( M^2 - m^2 ) , \text{ con:}$$

P = precipitación anual (mm).

M = media de las temperaturas máximas del mes más cálido (°K).

m = Id. del mes más frío (°K).



Si se expresan las temperaturas en grados centígrados, como es habitual, resulta más cómoda la expresión:

$$Q_2 = 2000 P / ((M+m+546,4) \cdot (M-m)). \quad (\text{OLIVER y LUIS, 1979}).$$

Este índice se ha cartografiado en clases de 2 unidades para Menorca e islas Pitiusas, y de 4 unidades para Mallorca, en cuya cordillera alcanza el valor de 240 (anexo 6). En el llano se obtienen valores de 90 en el norte, que van decreciendo hasta el valor 40 en el extremo sur de la isla.

En Menorca la variación es mucho menor, con un máximo de 114 que se reduce a 66 en la isla del Aire, y en Ibiza los valores están comprendidos entre 46 y 104, con 50 a 80 en Formentera.

En función de este cociente pluviotérmico,  $Q_2$ , y de la media de las mínimas del mes más frío,  $m$ , delimita Emberger seis tipos de clima, desde "muy árido" hasta "superhúmedo", tal y como se aprecia en la figura 5.1. Al propio tiempo se pueden obtener siete subdivisiones en función de  $m$  únicamente, desde "extremadamente frío" hasta "muy cálido". De este modo se tienen teóricamente hasta  $6 \times 7 = 42$  tipos de clima.

El modo habitual de aplicar esta clasificación al clima de un lugar consiste en situar éste en la gráfica, previa determinación de  $Q_2$  y  $m$ . Para encargar esta tarea a un ordenador se han de especificar en el programa los valores de  $Q_2$  y  $m$  que marcan los cambios de un tipo climático a otro. Esto es inmediato en el caso de las subdivisiones térmicas, cuyas fronteras son líneas verticales en la gráfica, pero en cambio las líneas que delimitan los tipos principales no dependen sólo de  $Q_2$ , sino también de  $m$ . Es necesario entonces hallar unas funciones que representen bien estas divisorias, con objeto de hacerlas calculables por el ordenador. Para ello se han ajustado a dichas divisorias polinomios de séptimo grado, mediante regresión múltiple, que dan una aproximación suficiente a las mismas,

tal como se puede observar en la figura 5.1, en la que las curvas de trazo continuo son la representación de los polinomios, y a trazos cortos se han representado las divisorias tomadas de NAHAL (1981). Los coeficientes de estas funciones polinómicas se dan en la tabla 5.4, válidos únicamente para el intervalo  $-5 < m < 11$ .

Una vez especificadas las fronteras entre los distintos tipos y subtipos de clima, se ha procedido a su cartografía automática (anexo 6), mediante el empleo de una letra y un símbolo para cada cuadrícula, cuyo significado es:

e = extremadamente frío	= muy árido
m = muy frío	. = árido
f = frío	- = semiárido
F = fresco	/ = subhúmedo
T = templado	+ = húmedo
C = cálido	* = superhúmedo
M = muy cálido	

Así, se observa que el llano de Mallorca es predominantemente templado, subhúmedo al norte y semiárido en el sur. En la montaña la variedad climática es mayor, y se dan desde el cálido semiárido de las estaciones sudoccidentales hasta el fresco superhúmedo de los núcleos de mayor altitud.

En Menorca, a excepción de unas pocas cuadrículas cálidas semiáridas en el extremo sudoriental, sólo se dan dos tipos de clima: cálido y templado, ambos subhúmedos. En Ibiza y Formentera el clima predominante es el cálido, semiárido en Formentera y gran parte de Ibiza, y subhúmedo en las zonas de esta isla de relieve más accidentado.

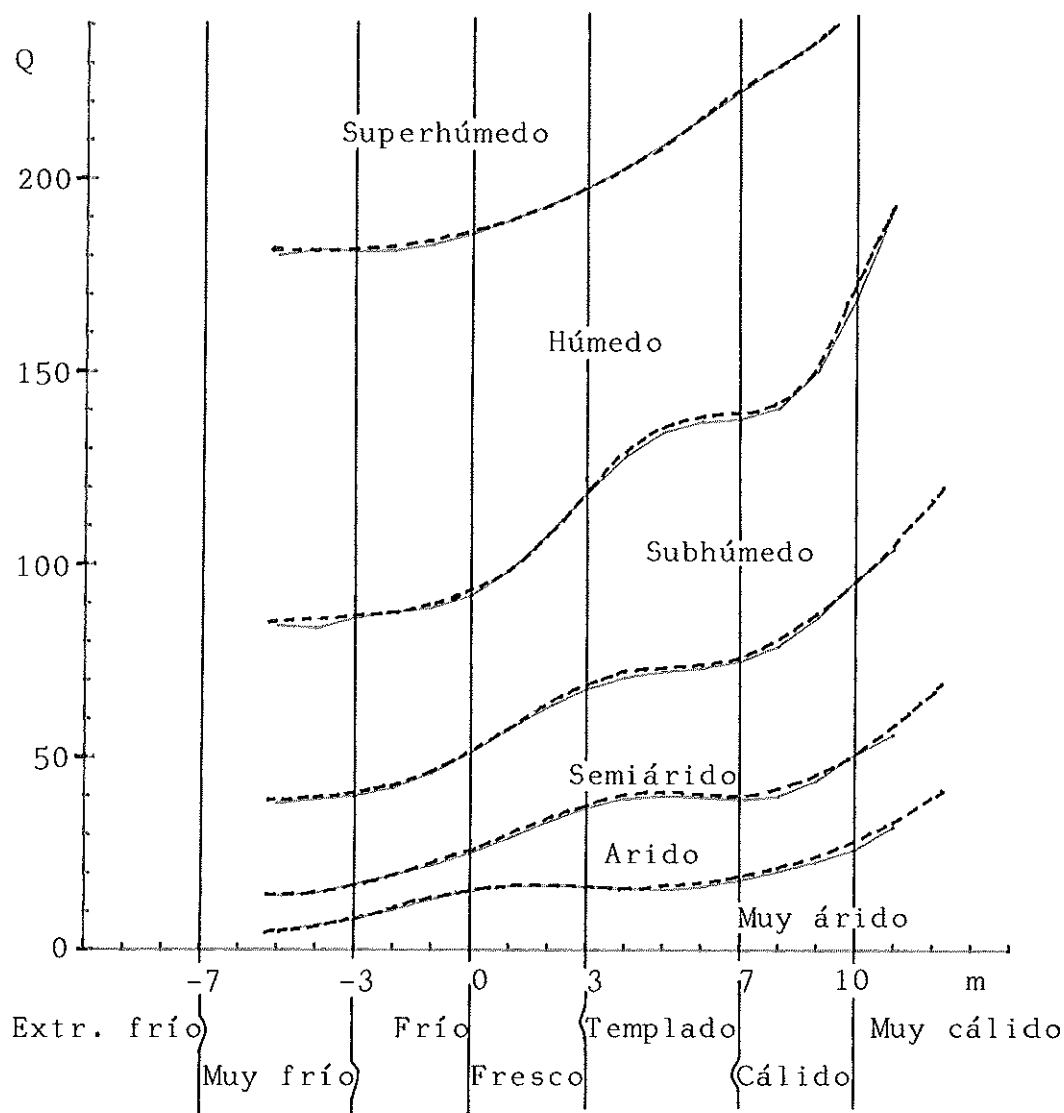


Figura 5.1.- Clasificación climática de Emberger, en función de  $Q_2$  y  $m$ .

Tabla 5.4.- Coeficientes de los términos de potencia "p", de los polinomios ajustados a las cinco divisorias climáticas de Emberger. (Válidos para el intervalo  $-5 < m < 11$ ).

p	Divisorias				
	1ª	2ª	3ª	4ª	5ª
0	+1,54251E+001	+2,51653E+001	+5,11939E+001	+9,19019E+001	+1,85689E+002
1	+1,81950E+000	+3,58210E+000	+5,84950E+000	+4,66650E+000	+3,20240E+000
2	-5,22480E-001	+3,73500E-001	+3,79350E-001	+1,73410E+000	+3,45910E-001
3	-5,13920E-002	-3,03220E-002	-1,63460E-001	+1,05600E-001	-6,02030E-002
4	+2,07540E-002	-2,35020E-002	-9,41250E-003	-7,75480E-002	+1,11410E-002
5	+4,46640E-004	+3,51220E-004	+2,93140E-003	-1,82740E-003	+1,37360E-003
6	-3,19080E-004	+4,61980E-004	+2,11190E-005	+1,43130E-003	-4,29290E-004
7	+1,63020E-005	-2,79320E-005	-1,08580E-005	-7,21750E-005	+2,32750E-005

### 5.3.1.6. Pisos bioclimáticos

Se denomina "piso bioclimático" a "cada uno de los tipos o grupos de medios que se suceden en una cliserie altitudinal o latitudinal, es decir, como los espacios ocupados por un conjunto de series de vegetación y otras comunidades vegetales limitadas entre sí por determinados valores climáticos" (RIVAS-MARTINEZ, 1983). Se distinguen así cinco pisos bioclimáticos en la región mediterránea occidental: termo, meso, supra, oro, y crioromediterráneo (QUEZEL, 1979; RIVAS-MARTINEZ, 1981 y 1982; AGUILELLA y MATEO, 1983), que RIVAS-MARTINEZ (1983) delimita mediante los siguientes valores de su índice de termicidad,  $I_t$ :

<u>Piso</u>	<u><math>I_t</math></u>
Termomediterráneo	$> 360$
Mesomediterráneo	200 a 360
Supramediterráneo	70 a 200
Oromediterráneo	-30 a 70
Crioromediterráneo	$< -30$

Donde  $I_t = 10 (T+m+M)$  , y :  $T$  = temperatura media anual ( $^{\circ}\text{C}$ );  $m$  = media de las mínimas del mes más frío ( $^{\circ}\text{C}$ );  $M$  = media de las máximas del mes más frío ( $^{\circ}\text{C}$ ; no confundir con la  $M$  del cociente pluviotérmico de Emberger). No obstante, si llamamos  $t$  a la temperatura media del mes más frío, tenemos que  $t = (M+m)/2$  , y entonces el índice admite esta otra expresión:  $I_t = 10 (T+2t)$ .

Además, dentro de cada piso bioclimático los principales cambios en la vegetación están relacionados con los siguientes ombroclimas (RIVAS-MARTINEZ y MORENO, 1983):

<u>Ombroclima</u>	<u>Precipitación anual (mm)</u>
Hiperhúmedo	> 1600
Húmedo	1000 a 1600
Subhúmedo	600 a 1000
Seco	350 a 600
Semiárido	200 a 350
Arido	< 200

En los mapas realizados (anexo 6) se han cartografiado los pisos bioclimáticos, codificados con una letra, y también los ombroclimas, mediante un símbolo.

La clave de equivalencias empleada es:

<u>Pisos bioclimáticos</u>	<u>Ombroclimas</u>
C = crioromediterráneo	= árido
O = oromediterráneo	. = semiárido
S = supramediterráneo	- = seco
M = mesomediterráneo	/ = subhúmedo
T = termomediterráneo	+ = húmedo
	* = hiperhúmedo

En Mallorca tenemos así tres bioclimas principales en el llano: termomediterráneo subhúmedo al norte, y termo y mesomediterráneo seco en el resto. En la montaña predomina el piso mesomediterráneo, con algunas cuadrículas pertenecientes al supramediterráneo. Ambos pisos están representados con los ombroclimas subhúmedo y húmedo.

A excepción de unas pocas cuadrículas del piso mesomediterráneo subhúmedo, toda Menorca corresponde al termomediterráneo, subhúmedo en el interior, y seco en una franja costera, más amplia en el sur.

En Ibiza y Formentera la representación de los pisos es la misma: predominio del termomediterráneo, con unas pocas cuadrículas de Ibiza que se encuadran en el mesomediterráneo; pero el ombroclima predominante es el seco, con una exigua representación de subhúmedo al norte de

Ibiza, y una mayor presencia del semiárido en las zonas costeras meridionales.

#### 5.3.1.7.- Distribución potencial de árboles -y- arbustos mediterráneos, según Box.

Otra de las posibilidades del modelo termopluviométrico consiste en generar mapas de distribución potencial de especies o comunidades vegetales, una vez conocidas sus limitaciones climáticas. Como ejemplo se han elegido los valores aplicados por BOX (1981) en su modelo fitoclimático, desarrollado para predecir la composición de tipos ecofisiológicos de la vegetación, en cualquier lugar del globo.

Las variables climáticas seleccionadas por este autor son ocho:

- 1) Temperatura media del mes más cálido (en nuestro caso la de agosto, que notaremos por T8).
- 2) Temperatura media del mes más frío (aquí, enero: T1).
- 3) Amplitud anual de la temperatura media (A, igual a  $T8 - T1$ ).
- 4) Precipitación anual media (P).
- 5) Cociente entre la precipitación anual y la evapotranspiración potencial anual según Thornthwaite ( $P/ETP$ ).
- 6) Precipitación mensual media del mes más lluvioso (octubre: P10).
- 7) Precipitación mensual media del mes más seco (julio: P7).
- 8) Precipitación mensual media del mes más cálido (agosto: P8).

Para este ejemplo se ha optado por cartografiar la distribución potencial de árboles y arbustos perennes mediterráneos de hoja ancha. Según BOX (Op. cit.), los

límites climáticos de estos dos tipos ecofisiológicos son (en °C y mm):

Tipo	Límite	T8	T1	A	P	P/ETP	P10	P7	P8
Arboles	Máximo	32	15	30	-	2,50	-	75	75
	Mínimo	<u>20</u>	<u>5</u>	5	<u>500</u>	<u>0,80</u>	<u>60</u>	0	0
Arbustos	Máximo	30	18	35	-	<u>2,00</u>	-	100	125
	Mínimo	16	<u>5</u>	5	<u>300</u>	<u>0,45</u>	<u>60</u>	0	0

La inspección visual de los mapas de estas variables climáticas indica que, de todos estos valores, sólo cinco, en cada caso, resultan críticos en las islas Baleares: los que aparecen subrayados en la tabla anterior. Una vez tenidos en cuenta esos límites en la correspondiente subrutina, la ejecución del programa de cartografía nos proporciona los mapas de distribución potencial (anexo 6), en los que el asterisco denota los árboles, y el signo "+" los arbustos.

Según estos mapas los árboles perennes mediterráneos de hoja ancha no pueden crecer de modo natural en las islas Pitiusas, mientras que en Menorca se pueden dar en el centro, y en Mallorca en casi toda la sierra y una pequeña porción de llano septentrional adyacente.

Los arbustos sólo quedan excluidos en las zonas más altas de Mallorca, en las franjas costeras meridionales de esta isla y de Ibiza, y en casi toda Formentera.

BOX (Op. cit.) da como ejemplos del primero de los tipos ensayados a Quercus ilex, Arbutus sp., y Olea europaea, y en el segundo incluye a Quercus dumosa, Rhamnus sp., y las Proteaceae. De este modo ya se pone de manifiesto que sus valores climáticos límite, válidos en su escala de trabajo (todo el planeta), son poco aplicables en la escala empleada aquí, puesto que Olea europaea es menos exigente en cuanto al nivel de precipitaciones que Quercus ilex. De hecho Olea europaea no es rara en Ibiza (debía abundar más en el pasado, pero ha sido muy esquilmada por el hombre), e

incluso está presente en Formentera, al contrario que Quercus ilex, que no se da en estas islas, a excepción de algunos ejemplares cultivados de la subespecie rotundifolia (BOLOS y MOLINIER, 1984; LLORENS, com. verb.).

Así pues, la distribución potencial de árboles mediterráneos según los criterios de Box se ajusta mejor a la distribución de Quercus ilex que a los otros dos taxones dados como ejemplo, pero incluso para aquél resulta demasiado restrictiva, ya que la presencia de pequeños encinares en Menorca y Mallorca fuera del área potencial obtenida indica que ésta debe extenderse más de lo señalado en la cartografía.

Una mayor aproximación a la realidad en los mapas de distribución potencial de especies vegetales por limitaciones climáticas debe conseguirse con un mejor conocimiento de estas limitaciones y una adecuada selección de las variables climáticas. En este ejemplo la ausencia de Quercus ilex en Ibiza queda reflejada en el mapa gracias únicamente a la variable P/ETP, ya que los intervalos requeridos para las demás variables, incluida la precipitación anual, se hallan bien representados en esa isla.

#### 5.3.2. Fichas climáticas de cuadrículas seleccionadas

El modelo de ficha elegido para la descripción del clima de una cuadrícula cualquiera de Baleares consta de tres elementos:

1) Un diagrama ombrotérmico (según Walter y Lieth).- A partir del diagrama ombrotérmico de Gaussen y Bagnouls (GAUSSEN, 1954; BAGNOULS y GAUSSEN, 1957), y mediante la adición de otros datos climáticos de interés (medias anuales, periodos de heladas) y algunas variaciones de escala, WALTER y LIETH (1960) diseñaron un diagrama



climático con un acertado equilibrio entre cantidad de información, capacidad de síntesis, y facilidad de interpretación visual, que ha servido de base para la realización de un atlas mundial de climas (WALTER y LIETH, Op. cit.) y otros trabajos bioclimáticos (WALTER et al., 1975; WALTER, 1977).

2) Una tabla con los valores mensuales y anuales de: precipitación; temperaturas media, media de las máximas, media de las mínimas, y media de las mínimas absolutas; evaporación y evapotranspiración potencial.

Para el cálculo de la evaporación y ETP se ha empleado la fórmula de LINACRE (1977), ya aplicada a las Baleares (GUIJARRO, 1980), por proporcionar valores más realistas que otras fórmulas que también emplean únicamente datos de temperatura. Para la aplicación de la fórmula se precisa también conocer un dato referente a la humedad: la depresión del punto de rocío,  $T - T_d$ . Pero si no se dispone de él se puede estimar en función de la oscilación termométrica,  $Q$ , mediante la tabla que proporciona el autor. Para poder realizar esta estimación con el ordenador se ha efectuado una aproximación a dicha tabla por medio del algoritmo:

$$T - T_d = \text{Máx.} ( -3 + Q + (T - 22) \cdot f , 3 )$$

$$\text{con } f = \text{Máx.} ( (Q - 7) / 8 , 0 ). \quad (T, Q, \text{ y } T - T_d, \text{ en } ^\circ\text{C}).$$

3) Un balance hídrico según Thornthwaite.- Aquí se vuelve a calcular la ETP, pero esta vez con la fórmula de Thornthwaite, que por haber sido muy empleada permite la comparación de los resultados obtenidos con los de otras zonas geográficas. Con estos valores y los de precipitación, se realiza un balance hídrico (THORNTHWAITTE y MATTER, 1957), en el que se supone una reserva máxima en el suelo de 100 mm, y un consumo de la reserva proporcional a  $\sqrt{R/100}$ , donde  $R$  es dicha reserva. Se obtienen así las evoluciones anuales de la reserva, la evapotranspiración real, y el déficit o exceso de agua.

Todos estos cálculos y la presentación de los resultados se han encomendado al programa "CLICUA" (apéndice), con el que se han obtenido 54 fichas climáticas de cuadrículas seleccionadas. En general se han considerado las correspondientes a los principales núcleos urbanos, aunque en el caso de poblaciones próximas en zonas de escasa variación climática se han obviado algunas de ellas.

Estas fichas se ofrecen en el anexo 7, precedidas de una explicación de los símbolos y el diagrama, y un mapa con la situación de las cuadrículas escogidas.

## 6. RESUMEN Y CONCLUSIONES

Se ha creado un archivo magnético con los datos termopluviométricos medios mensuales de Baleares, correspondientes al periodo 1961-80, y se ha depurado mediante un método optimizado de correlaciones interestaciones.

Los regímenes termopluviométricos medios han sido estudiados mediante análisis de componentes principales.

Se ha obtenido un conjunto de ecuaciones de regresión múltiple (modelo CLIBA2), que permiten estimar los valores termopluviométricos medios de cualquier cuadrícula de 1 km<sup>2</sup> de Baleares, en función de un conjunto de parámetros geográficos seleccionados.

Este modelo ha permitido generar, de forma automática, mapas de los más importantes elementos e índices climáticos, así como fichas climáticas de cuadrículas escogidas.

De los resultados obtenidos en las diferentes fases de este trabajo, se pueden extraer las siguientes conclusiones:

### I. De la depuración de los datos climáticos:

- 1) Para la estimación de datos ausentes en series termopluviométricas por medio de ecuaciones de regresión con otras estaciones, es suficiente con calcular una ecuación global para todo el conjunto de datos mensuales.
- 2) La recta de Teissier resulta más adecuada para la estimación de precipitaciones que la de regresión modelo I, y en la estimación de temperaturas sus resultados son similares a los de ésta.

- 3) Cuando el número de datos simultáneos es insuficiente, es preferible el empleo de una técnica de estimación sencilla, como la del método de las proporciones.
- 4) El empleo de 3 a 5 estaciones de referencia, seleccionadas y ponderadas por su coeficiente de determinación con la problema, contribuye en gran medida a la reducción de los errores de las estimaciones.

## II. De los análisis de componentes principales:

- 5) Los valores termopluviométricos medios mensuales, en el ámbito de las Islas Baleares, siguen una única línea básica de variación, asociada principalmente con la altitud, a la que se superponen diferencias de rango inferior, inducidas por la continentalidad y la urbanización.

## III. De las relaciones de las medias termopluviométricas con los factores geográficos:

- 6) Las correlaciones de la precipitación con la altitud mejoran considerablemente si se considera la altitud media de un entorno, cuyo diámetro óptimo se sitúa, en nuestras islas, alrededor de los 7 km.
- 7) La presencia de núcleos urbanos no parece influir apreciablemente en la distribución espacial de las medias pluviométricas de Baleares.
- 8) El factor geográfico más relacionado con las precipitaciones es la altitud, excepto en verano, en el que su importancia se ve superada por la de la presencia de barreras montañosas. Otros factores que

muestran una correlación significativa con la latitud, la convexidad del terreno, y también, aunque en un menor número de meses, la distancia al mar y la irregularidad del relieve.

- 9) La altitud es el factor que más influye en la distribución de las temperaturas máximas medias. Con mucha menor importancia aparecen también relacionadas la convexidad, la pendiente, las barreras montañosas, la distancia al mar (en verano), y la urbanización (en invierno).
- 10) Las temperaturas mínimas, tanto medias como absolutas medias, aparecen asociadas con la altitud (preferentemente de un entorno reducido), pendientes, distancia al mar, urbanización, latitud, y barreras montañosas.
- 11) La importante influencia de la urbanización sobre las temperaturas, detectada tanto en los análisis de componentes principales como en los de regresión múltiple, extrema la necesidad de aplicar procedimientos de homogeneización a las series termométricas cuando se hayan producido traslados de los observatorios del interior al exterior de las poblaciones (aun de las más pequeñas), o viceversa.
- 12) La aplicación de la transformación logarítmica a precipitaciones medias y parámetros geográficos, no mejora los resultados del modelo lineal de regresión.
- 13) La aplicación de un término corrector a las estimaciones, basado en una media ponderada de los residuos no estimados por el modelo en las estaciones de un entorno dado, permite disminuir los errores hasta valores aceptables.

- 14) Con la aplicación del método de corrección al submodelo de precipitaciones, el modelo global proporciona estimaciones de los valores termopluviométricos medios mensuales de calidad comparable a las obtenidas tras un laborioso análisis manual, y con mayor rapidez y objetividad.
- 15) Los errores más patentes de los modelos de regresión se presentan en las extrapolaciones, por lo que en los diseños de las redes de obtención de datos se debe poner especial interés en muestrear adecuadamente las situaciones más extremadas del ámbito de estudio.

#### IV. De las cartografías climáticas obtenidas:

- 16) Mediante las cartografías climáticas a mesoescala generadas a partir del modelo, se pone de manifiesto una mayor irregularidad en las distribuciones espaciales de los valores termopluviométricos que en las obtenidas hasta ahora por procedimientos manuales.
- 17) El máximo de precipitación del mes de julio en la zona de Pollensa hace que en esta comarca el mínimo del régimen pluviométrico medio se vea muy atenuado.
- 18) En el ámbito de las Islas Baleares, y aun si se considera únicamente la isla de Mallorca, se da una variada representación de climas mediterráneos, que según la tipología de Emberger van desde el semiárido cálido al superhúmedo fresco. A excepción de la zona media-alta de la sierra norte, la mitad nordoriental de Mallorca es climáticamente comparable a Menorca, mientras que en el borde sudoccidental (principalmente en la península de Andraitx), el

clima es análogo al de Ibiza y Formentera.

- 19) La obtención de mapas de distribución potencial climática de especies vegetales es uno de los productos de fácil obtención a partir del modelo, pero su validez está condicionada por la disponibilidad de adecuados valores climáticos limitantes de dichas especies.

V. De las fichas climáticas:

- 20) Además de su información individual, las fichas climáticas obtenidas aportan otra perspectiva desde la que constatar los grandes contrastes climáticos que se dan en nuestra región, y que tienen su máxima expresión en la zona de la sierra norte de Mallorca.

Para terminar, cabe señalar que el modelo desarrollado en este trabajo se halla operativo en la Cátedra de Ecología de la Universidad de las Islas Baleares, listo para la obtención de nuevos productos, y que al mismo tiempo está abierto a posteriores mejoras, tanto por modificaciones en los submodelos de que consta, como por la incorporación de otros nuevos destinados a estimar importantes elementos climáticos que, como el viento o la irradiación solar, ampliarían todavía más el abanico de aplicaciones posibles.

## 7. BIBLIOGRAFIA

- AGUILELLA, A., G. MATEO (1983).- Relaciones entre el clima y la vegetación en la cuenca del río Guadalope (Aragón, España).- VIII Reunión de Bioclimatología. Zaragoza. (Pub. en 1985, Avances sobre la invest. en Bioclim., Univ. de Salamanca, pp. 389-396).
- ALLUE, A.J.L. (1966).- Subregiones fitoclimáticas de España. I.F.I.E. - Ministerio de Agricultura. Madrid.
- ALMARZA, C. (1984).- Fichas hídricas normalizadas y otros parámetros hidrometeorológicos.- I.N.M., D-30, D-31 y D-32 (3 vol.). Madrid.
- ANTHES, R.A. (1976).- Variations in temperature and freezing conditions between Mountain Tops and Valleys in Central Pennsylvania.- Weatherwise, 29:178-183.
- ARLERY, R., H. GRISOLLET, B. GUILMET (1973).- Climatologie. Méthodes et pratiques.- Monographies de météorologie. Ed. Gauthier-Villars. Paris.
- BAGNOULS, F., H. GAUSSEN (1957).- Les climats biologiques et leurs classifications.- Ann. de Géogr., pp. 193-220.
- BARRY, R.G. (1981).- Mountain wheather and climate.- Methuen. Londres.
- BLEASDALE, A., Y.K. CHAN (1972).- Orographic influences on the distribution of precipitation.- In "Distribution of precipitation in mountainous areas". W.M.O., Vol. II, pp.322-333. Ginebra.



- BOLÒS, O. de, R. MOLINIER (1984).- Vegetation of the Pityusic Islands.- In "Biogeography and Ecology of the Pityusic Islands" (KUHBIER et al., Ed.), Dr. W. Junk Pub., pp.185-221. La Haya.
- BORDREUIL, C. (1977).- Influence de l'urbanisation sur la pluviometrie de la region marseillaise.- La Météorologie, 9:91-99.
- BOX, E.O. (1981).- Macroclimate and plant - forms: -An introduction to predictive modeling in phitogeography.- Dr. W. Junk Pub. La Haya.
- BRANDLI, H.W., R.M. ARN (1976).- Warm mountains and cold valleys.- Bull. Am. Met. Soc., 57:1455-1456.
- BRAUN-BLANQUET, J. (1972).- Plant Sociology.- Hafner Pub. Co. Nueva York.
- BRISSE, A., G. GRANDJOUAN (1974).- Classification climatique des plantes.- Ecol. Plant., 9:51-80.
- BROWN, M.J., E.I. PECK (1962).- Reliability of precipitation measurements as related to exposure.- J. Appl. Meteor., 1:203-207.
- BUENDIA, G. (1985).- Régimen normal de precipitaciones en la provincia de Valladolid.- I.N.M., A-102. Madrid.
- BURNS, J.I. (1953).- Small-scale topographic effects on precipitation distribution in San Dimas experimental forest.- Trans. Amer. Geophys. Un., 34:761-767.
- CARBALLEIRA, A., C. DEvesa, R. RETUERTO, E. SANTILLAN, F. UCIEDA (1980).- Climatología básica de Galicia VII: Aplicación del análisis de componentes principales a las

variables climáticas.- VII Reunión de Bioclimatología. Sevilla. (Pub. en 1982, Avances sobre la invest. en Bioclim., C.S.I.C. Salamanca, pp.137-150).

CARBALLEIRA, A. J. JUSTE, A.M. MOLINA, R. RETUERTO, F. UCIEDA (1981).- Predicción de parámetros climáticos de interés ecológico en Galicia: I. Relación Clima-Topografía.- An. de Edaf. y Agrobiol., 40:2121-2137.

CARBALLEIRA, A., C. DEvesa, R. RETUERTO, E. SANTILLAN, F. UCIEDA (1983).- Bioclimatología de Galicia.- Fund. "Pedro Barrié de la Maza", La Coruña.

CASTILLO, J.M. (1981).- Precipitaciones y tipos de tiempo en las Béticas-Alto Guadalquivir (Andalucía Oriental).- Memoria de Licenciatura. Univ. de Granada. (Pub. en 1985, I.N.M., A-56, Madrid).

CHANGNON, S.A. (1969).- Recent studies of urban effects on precipitation in the United States.- Bull. Am. Met. Soc., 50:411-421.

CHANGNON, S.A. (1978).- Urban Effects on Severe Local Storms at St. Louis.- J. Appl. Met., 17:578-586.

CLAVERO, P.L., J.M. RASO (1979).- Catálogo de tipos sinópticos para un estudio climático del este de la Península Ibérica y Baleares.- Aportacions en homenatge al geògraf Salvador Llobet., Univ. de Barcelona, pp.63-86.

COLE, A.J. (1968).- Algorithm for the production of contour maps from scattered data.- Nature, 220:92-94.

COLTON, D.E. (1976).- Numerical Simulation of the Orographically Induced Precipitation Distribution for

- Use in Hydrologic Analysis.- J. Appl. Met., 15:1241-1251.
- CONRAD, V., L.W. POLLACK (1962).- Methods in Climatology.- Harvard Univ. Press. Cambridge-Massachusset.
- CREUS, J. (1978).- La transición climática Alto-Aragonesa.- Estudios Geográficos, Instituto "Juan Sebastián Elcano" C.S.I.C., pp.495-517. Madrid.
- CROMICZ, K. (1972).- Mesure, verification et repartition des precipitations atmosferiques dans les regions de montagne.- W.M.O., No.326, pp.396-415.
- CUADRAT, J.M. (1983).- El descenso de las temperaturas con la altitud en el Pirineo Central Español.- VIII Reunión de Bioclimatología. Zaragoza. (Pub. en 1985, Avances sobre la invest. en Bioclim., C.S.I.C.-Univ. de Salamanca, pp.57-64).
- DAGET, J. (1979).- Les Modèles Mathématiques en Écologie.- Collection d'Écologie, N° 8. Masson. Paris.
- DAGET, P. (1967).- Etude phyto-climatique d'une region de moyenne montagne:- Ls Margeride.- Dr. Th. C.N.R.S. Montpellier.
- DAJOZ, R. (1979).- Tratado de Ecología.- Ed. Mundi-Prensa. Madrid.
- DANARD, M. (1971).- A simple method of computing the variation of annual precipitation over mountainous terrain.- Boundary-Layer Met., 2:188-206.
- DANARD, M. (1976).- On Frictional and Orographic Effects on Precipitation in Coastal Areas.- Boundary-Layer Met.,

10:409-422.

DAUBENMIRE, R.F. (1979).- Ecología Vegetal.- Ed. Limusa. México.

DICKSON, R.R. (1959).- Some climate-altitude relationships in the Southern Appalachian Mountain Region.- Bull. Amer. Met. Soc., 40:352-359.

DUCKSTEIN, L., M.M. FOGEL, H.L. THAMES (1973).- Elevation effects on rainfall-stochastic model.- J. -Hydrol., 18:21-35.

DUCKWORTH, F.S., J.S. SANDBERG (1954).- The Effect of Cities upon Horizontal and Vertical Temperature Gradients.- Bull.-Am. Met. Soc., 35:198-207.

DYER, T.G.J. (1977).- The assignment of rainfall stations into homogeneous groups, an application of principal component analysis.- Quart. J. Roy. - Met. Soc., 103:1005-1013.

EGIDO, A., M. EGIDO, J. SECO, J. GARMENDIA, R. FERNANDEZ (1981).- Factores geográficos de la precipitación en la provincia de Salamanca.- Comunicaciones a..la IV Asam. Nac. de Geodesia y -Geofísica, pp.767-776. Zaragoza.

ELIAS, F. (1963).- Precipitaciones -máximas en España. Régimen de intensidades y frecuencias.- Dir. Gen. de Agricultura. Madrid.

ELIAS, F., R. GIMENEZ (1965).- Evapotranspiraciones potenciales y balances de -agua en España.- I.N.I.A., Min. de Agricultura. Madrid.

- ELIAS, F., L. RUIZ (1973).- Clasificación agroclimática de España.- S.M.N., A-53. Madrid.
- ELIAS, F., L. RUIZ (1977).- Agroclimatología de España.- Cuadernos I.N.I.A., nº7. Min. de Agricultura. Madrid.
- EMBERGER, L. (1955).- Une classification biogéographique des climats.- Rec. Trav. Lab. Bot.-Géol. et Zool. Fac.-Sci. de Montpellier, 7:3-43.
- EMBERGER, L. (1971).- Travaux de Botanique et d'Écologie.- Masson. París.
- ESCUADERO, J.C., F. GARCIA-NOVO (1980).- Estudio climatológico de una serie de datos de la estación del embalse del Chorro. Málaga.- VII Reunión de Bioclimatología. Sevilla. (Pub. en 1982, Avances sobre la invest. en Bioclim., C.S.I.C. Salamanca, pp.589-599).
- FELICISIMO, A.M., M.A. ALVAREZ (1980).- Aplicación del análisis de componentes principales al régimen termopluviométrico de Asturias.- VII Reunión de Bioclimatología. Sevilla. (Pub. en 1982, Avances sobre la invest. en Bioclim., C.S.I.C. Salamanca, pp.565-581).
- FLORIT, J., A. JANSÀ (1980).- Situaciones de presión en el Mediterráneo occidental. Repercusiones sobre el tiempo en Menorca y en el resto de España.- Trabajos de Geografía (Univ. de Palma de Mallorca), 35:57-84.
- FONT, I. (1943).- Primeros resultados de los sondeos termodinámicos de la troposfera en Baleares.- S.M.N., A-14. Madrid.
- FONT, I. (1983).- Climatología de España y Portugal. I.N.M. Madrid.

- FONTANA, J.M., J. MIRO-GRANADA, J.J. VIDAL (1974).- El clima de Baleares, hoy y ayer: 1450-1700.- Madrid.
- GARCIA, L., F. ELIAS, L. RUIZ (1977).- Estudio de heladas en España.- S.M.N., A-76. Madrid.
- GAUSSEN, H. (1954).- Théorie et classification des climats et des microclimats du point de vue phytogéographique.- VII Congr. Int. Bot., pp.125-130.
- GAYÀ, C. (1976).- Climatología de Baleares. Temperaturas.- S.M.N., A-71. Madrid.
- GAYÀ, C. (1982).- Climatología de Baleares. Viento en Palma.- Ed. por el autor. Palma de Mallorca.
- GAYÀ, C. (1985).- Climatología de Baleares. Meteoros.- I.N.M., A-71 (bis). Madrid.
- GEIGER, R. (1966).- The Climate near the Ground.- Harvard Univ. Press.
- GIL, A., S. OLIVER (1978).- Confección de Mapas Climáticos por medio de ordenador.- VI Reunión de Bioclimatología. Madrid. (Pub. en Avances sobre la invest. en Bioclim., C.S.I.C. Salamanca, pp.326-334).
- GOH KIM CHUAN, J.G. LOCKWOOD (1974).- An assessment of topographical controls in the distribution of rainfall in the central Pennines.- The Met.-Mag., 103:275-287.
- GONZALEZ-BERNALDEZ, F., R. ALBA, M.C. SEMPERE (1970).- Analyse Factorielle des Données Climatologiques.- An. de Edaf. y Agrobiol., 29:23-44.

GREEN, F.H.W., R.J. HARDING (1979).- The effect of altitude on soil temperature.- The Met. Mag., 108:81-90.

GROSREY, A. (1974).- Relation entre la hauteur moyenne des précipitations et la distance à la mer.- La Météorologie, 5:31-52.

GUIJARRO, J.A. (1980).- Cálculo de evapotranspiraciones potenciales en Baleares por el método de Linacre. Trabajos de Geografía (Univ. de Palma de Mallorca), 35:105-112.

GUIJARRO, J.A. (1981).- Primeras medidas de irradiación solar en Palma de Mallorca. Relación con la insolación.- Bol. Soc. Hist. Nat.-de Baleares, 25:31-38.

GUIJARRO, J.A. (1982).- Radiación solar sobre laderas: Aplicación a los taludes costeros del SW de Mallorca y relación con la vegetación.- Tesis de Licenciatura. Univ. de Palma de Mallorca.

GUIJARRO, J.A. (1984).- The climate of Eivissa and Formentera.- In "Biogeography and Ecology of the Pityusic Islands" (KUHBIER et al., Ed.), Dr. W. Junk Pub., pp.119-135. La Haya.

HARRISON, S.J. (1975).- The elevation component of soil temperature variation.- Weather, 30:397-409.

HENSON, W.R. (1959).- A method for local temperature extrapolation.- J. of Met., 5:585-588.

HERNANDEZ, J.A., J. GARMENDIA, E. HERNANDEZ, J.F. SANCHEZ (1975).- Importancia de la laplaciana de la altitud en las cantidades de precipitación recogidas.- Rev. de Geofísica, 34:25-40.

- HERNANDEZ, J.A., E. HERNANDEZ, J.F. SANCHEZ, J. GARMENDIA (1976).- Aplicación de la laplaciana de la altitud en las precipitaciones.- Rev. de Geofísica, 35:41-53.
- HILL, F.F., K.A. BROWNING (1979).- Persistence and orographic modulation of mesoscale precipitation areas in a potentially unstable warm sector.- Quar.- J. Roy. Met. Soc., 105:57-70.
- HOLLAND, P.G., D.G. STEYN (1975).- Vegetational responses to latitudinal variations in slope angle and aspect.- J. of Biogeography, 2:179-183.
- HOPKINS, J.W. (1968).- Correlation of Air Temperature Normals for the Canadian Great Plains with Latitude, Longitude and Altitude.- Can. J. Earth Sci., 5:199-210.
- HUERTA, F. (1984).- La lluvia-media de-la España peninsular en el periodo 1931-1960.- I.N.M., A-95. Madrid.
- HUFF, F.A., J.L. VOGEL (1978).- Urban Topographic and Diurnal Effects on Rainfall in the St. Louis Region.- J. Appl. Met., 17:565-577.
- I.N.M. (1983).- Atlas climático de España.- I.N.M. Madrid.
- JANSÀ, A. (1971).- Investigación del máximo pluviométrico de España peninsular.- Rev. de Geofísica, 30:173-249.
- JANSÀ, A. (1972).- Regímenes pluviométricos locales.- Bol. mensual climatológico (Centro Met. de Baleares), pp.178-180.
- JANSÀ, A. (1976a).- Pluviometría de Baleares.- Bol. de la Asoc. Met. Española (años 1974 y 1975), pp.16-18.



- JANSÀ, A. (1976b).- Análisis del viento en Menorca. (Punto central de la cuenca occidental del Mediterráneo).- S.M.N., A-64. Madrid.
- JANSÀ, A. (1979).- Climatología de Menorca.- In "Enciclopèdia de Menorca", Obra Cultural Balear de Menorca, pp.85-160.
- JANSÀ, A. (1980).- Evaluación de la precipitación sobre islas pequeñas. El caso de Menorca (Baleares).- Simposio Internacional "Agua Siglo XXI". Madrid. (M.O.P.U.-M.A.E.-U.N.E.S.C.O.).
- JANSÀ, A. (1981).- La radiació solar total rebuda a Menorca.- Publicacions menorquines (Consell Insular de Menorca), 1:3-7.
- JANSÀ, A. (1982).- Vent i aerosol salí a Menorca. Avaluació i efectes agraris i ecològics.- Consell Insular de Menorca - I.N.M.
- JANSÀ, A., J.A. GUIJARRO (1980).- Climatología de la albufera de Mallorca.- In "Estudio ecológico de albufera de Mallorca", Univ. de Palma de Mallorca, pp.83-140.
- JANSÀ, J.M. (1933).- Contribución al estudio de la tramontana en Menorca.- S.M.N., A-3. Madrid.
- JANSÀ, J.M. (1934).- Régimen de vientos.- Ed. por el autor. Mahón.
- JANSÀ, J.M. (1943).- Notas para una climatología de Menorca (I. Baleares). Vientos en altura.- S.M.N., A-12. Madrid.
- JANSÀ, J.M. (1968).- Climatología de Palma de Mallorca.- Bol. de la Cám. Of. de Com. y Naveg. (Palma de Mallorca), nº 658.

- JANSÀ, J.M. (1969).- Curso de Climatología.- S.M.N., B-19. Madrid.
- JANSÀ, J.M., E. JAUME (1946).- El régimen de brisas en la isla de Mallorca.- Rev. de Geofísica, 5:304-328.
- KONDRATYEV, K.Y. (1977).- Radiation Regime of Inclined Surfaces.- W.M.O., No. 467. Ginebra.
- KONN, M.W. (1874).- Das Klima der Baleares.- Zeitsch. d. Osterr. Ges. f. Met., 9:346-350.
- KUNOW, P. (1950).- Das Klima der Landschaft Valencia und Balearen auf Grund der spanischen Wetterbeobachtungen 1908-27 und anderer Quellen.- Diss. Stuttgart. (Trad. en 1966, El clima de Valencia y Baleares, Univ. de Valencia.
- LABORDE, J.P., M. SANCHEZ (1980).- Cartographie automatique des caractéristiques pluviométriques et exemple d'application dans l'Est de la France.- Simp. Intern. "Agua Siglo XXI". Madrid. (M.O.P.U.-M.A.E.-U.N.E.S.C.O.)
- LABORDE, J.P. (1981).- Synthèse des pluies journalières extrêmes dans l'Est de la France.- S.R.A.E. Lorraine, D.E.D.S. Mets.
- LEFFLER, R.J. (1981).- Estimating Average Temperatures on Appalachian Summits.- J. Appl. Met., 20:637-642.
- LINACRE, E.T. (1963).- Determining evapotranspiration rates.- J. Austr. Inst. Agric. Sci., 29:165-177.
- LINACRE, E.T. (1977).- A simple formula for estimating evaporation rates in various climates, using temperature data alone.- Agric. Met., 18:409-424.

- LISO, M., A. ASCASO (1969).- Introducción al estudio de la evapotranspiración climática de la cuenca del Ebro.- An. de la Estación Exper. Aula Dei (Zaragoza), 10:5-505.
- LITOVCHENKO, A.F. (1978).- Results from Experimental Investigations of Accuracy of Atmospheric Precipitation Measurements in Mountains.- Met. and Hydrol. (URSS), 2:105-108.
- LUIS, E., I.M. DE NAVASCUES, M.T. ZUAZUA (1983).- Aplicación del análisis factorial a variables climatológicas de la provincia de Salamanca.-VIII Reunión de Bioclimatología. Zaragoza. (Pub. en 1985, Avances sobre la invest. en Bioclim., C.S.I.C.-Univ. de Salamanca, pp.523-532.
- M.O.P.U. (1982).- Guía para la elaboración de estudios del medio físico: Contenido y Metodología.- C.E.O.T.M.A., Serie Manuales, nº 3. Madrid.
- MARTONNE, E. DE (1927).- Traité de Géographie Physique. I. Notions Générales. Hydrographie.- Armand Colin. París.
- MATEO, P. (1956).- Pluviometría de Asturias.- S.M.N., A-28. Madrid.
- MERVA, G.E., N.D. STROMMEN, E.H. KIDDER (1976).- Rainfall Variations as Influenced by Wind and Topography.- J. Appl. Met., 15:728-732.
- MICHNA, E., S. PACZOS (1975).- On the relation between the atmospheric precipitation and the altitude, latitude and longitude in West Bieszczady mountains.- Rev. of Geophysics (Polonia), 20:311-318.
- MIRO-GRANADA, J. (1974).- Características climatológicas de las Islas Baleares.- In "Situación actual y perspectivas

de desarrollo de Baleares", Conf. Esp. de C. de Ahorro, Madrid, vol. I, pp. 62-267.

MISCHENKO, Z.A. (1984).- Agroclimatic Mapping of the Continents.- W.M.O., CAGM Report No.23. Ginebra.

MOLINA, A.M., J. JUSTE, F. UCIEDA, R. RETUERTO, A. CARBALLEIRA (1983).- Predicción de parámetros climáticos de interés ecológico en Galicia: II. Pluviometría y termometría.- An. de Edaf. y Agrobiol., 42:43-66.

NAHAL, I. (1981).- The mediterranean climate from a biological viewpoint.-In "Mediterranean-Type Shrublands" (DI CASTRI et al., Ed.), Elsevier Sci. Pub. Co. Amsterdam, pp.63-86.

NICOLAS, J.P. DE, S. OLIVER, M. MOREY (1973).- Análisis factorial de la variabilidad climática espacial. Aplicación realizada sobre una franja de terreno comprendida entre el río Tajo y la vertiente norte de la Sierra de Guadarrama.- Urania, 277:1-12.

NKEMDIRIM, L.C. (1980).- Cold air drainage and temperature fields in an urban environment: a case study of topographycal influence on climate.- Atmos. Environment, 14:375-382.

OGALLO, L. (1980).- Regional classification of East African rainfall stations into homogeneous groups using the method of Principal Component Analysis.- In "Statistical Climatology" (IKEDA et al., Ed.), Devel. in Atmos. Sci., nº 13, Elsevier Sci. Pub. Co. Amsterdam, pp.255-266.

OLIVER, A. (1933).- Condiciones climatológicas y agrícolas de San Juan de Mallorca.- Mem. Acad. Cienc. y Art. de Barcelona, 23:273-307.

- OLIVER, S., E. LUIS (1979).- Factores Termopluviométricos.- In "Estudio integrado y multidisciplinario de la dehesa salmantina. 1. Estudio - fisiográfico - descriptivo", Salamanca-Jaca, pp.101-155.
- OLIVER, S., A. GOMEZ (1983).- Análisis de la variación climática en ambiente mediterráneo montano. Interés de los diversos índices.- VIII Reunión de Bioclimatología. Zaragoza. (Pub. en 1985, Avances sobre la invest. en Bioclim., C.S.I.C.-Univ. de Salamanca, pp.89-99.
- ORLÓCI, L. (1978).- Multivariate -analysis in vegetation research.- Dr. W. Junk B.V. Pub., La Haya.
- PATERSON, J.G., N.A. GOODICHIL, W.J.R. BOYD (1978).- Classifying environments for sampling purposes using a principal component analysis of climatic data.- Agric. Met., 19:349-362.
- PECK, E.L., M.J. BROWN (1962).- An approach to the development of isohyetal maps for mountainous areas.- J. Geophys. Res., 2:681-694.
- PIELKE, R.A., P. MEHRING (1977).- Use of mesoscale climatology in mountainous terrain to improve the spatial representation of mean monthly temperatures.- Month. Weather Rev., 105:108-112.
- PUIGDEFABREGAS, J., J. CREUS (1978).- Climas topográficos de montaña: un ejemplo en el macizo de San Juan de la Peña (Huesca).- VI Reunión de Bioclimatología. Madrid. (Pub. en Avances sobre la invest. en Bioclim., C.S.I.C. Salamanca, pp.72-84).
- QUEZEL, P. (1979).- La Région Méditerranéenne française et ses essences forestières. Signification écologique dans

le contexte circum-méditerranéenne.- Foret - Médit.,  
1:7-18.

RAMIS, C. (1976).- Contribución a la climatología de aire superior en Mallorca.- Actas II - Asamb. Nac. de Geofísica, Madrid, pp.771-799.

RAMIS, C. (1979).- Regímenes termométricos del Centro Meteorológico de Baleares y del aeropuerto de Palma de Mallorca.- Bol. Soc.-Hist. Nat. de Baleares, 23:147-161.

RASO, J.M. (1977).- El clima de Baleares.- Tesis Doctoral. Univ. de Barcelona.

RASO, J.M. (1980).- El clima de Baleares.- Resumen de Tesis Doctoral. Univ. de Barcelona.

RASO, J.M. (1981).- Precipitación y altitud en el Mediterráneo Occidental: El caso de la cordillera de Tramuntana.- Ponencias al VII Coloquio de Geografía, 1:155-161.

RASO, J.M. (1982).- Probabilidades de transición y distribución estacionaria de los días con y sin precipitación en Palma de Mallorca según el modelo de la cadena de Markov para dos estados.- Tarraco Cuadernos de Geografía, pp.195-209.

RASO, J.M. (1983).- Uso de la ley binomial negativa para la estimación probabilística de la frecuencia anual de los días de nieve en Baleares.- VIII Reunión de Bioclimatología. Zaragoza. (Pub. en 1985, Avances sobre la invest. en Bioclim., C.S.I.C.-Univ. de Salamanca, pp.545-553).

- RASO, J.M. (1984).- Anàlisi estadística de la pluviometria anual de les Illes Balears.- Notes de Geografia Física, 10:23-31.
- REVUELTA, J.L., A. BLANCO, P. ACEITUNO (1978a).- Influencia de la pendiente y orientación en la temperatura del suelo.- VI Reunión de Bioclimatología. Madrid. (Pub. en Avances sobre la invest. en Bioclim., C.S.I.C.Salamanca, pp.96-106).
- REVUELTA, J.L., P. ACEITUNO, A. BLANCO (1978b).- Variaciones energéticas en laderas de diferente orientación.- VI Reunión de Bioclimatología. Madrid. (Pub. en Avances sobre la invest. en Bioclim., C.S.I.C. Salamanca, pp.85-95).
- RIVAS-MARTINEZ, S. (1981).- Les étages bioclimatiques et la vegetation de la Peninsule Ibérique.- Anal. Jard. Bot. de Madrid, 37:251-268.
- RIVAS-MARTINEZ, S. (1982).- Etages bioclimatiques, secteurs chorologiques et séries de vegetation de l'Espagne méditerranéenne.- Ecologia Mediterranea, 8:275-288.
- RIVAS-MARTINEZ, S. (1983).- Nuevo índice de termicidad para la región mediterránea.-VIII Reunión de Bioclimatología. Zaragoza. (Pub. en 1985, Avances sobre la invest. en Bioclim., C.S.I.C.-Univ. de Salamanca, pp.377-380).
- RIVAS-MARTINEZ, S., J.M. MORENO (1983).- Series de vegetación y clima en la provincia de Madrid.- VIII Reunión de Bioclimatología. Zaragoza. (Pub. en 1985, Avances sobre la invest. en Bioclim., C.S.I.C.-Univ. de Salamanca, pp.381-388).

- RODDA, J.C. (1962).- An objective method for the assessment of areal rainfall amounts.- Weather, 17:54-59.
- ROSSELLO, V.M. (1964).- Mallorca, -el Sur y el Sureste.- Cam. de Comercio. Palma.
- RUFFRAY, P. de, H. BRISSE, G. GRANJEAN (1981).- Un procédé d'estimation des données manquantes fondé sur les corrélations climatiques entre postes voisins.- La Météorologie, 24:47-60.
- SANDERSON, M., R. GORSKI (1978).- The Effect of Metropolitan Detroit-Windsor on Precipitation.- J. Appl. Met., 17:423-427.
- SERRA, A. (1949).- Contributo alla climatologia della Baleari.- Riv. di Meteor. Aeronautica, 9:3-18.
- SHANKS, R.E. (1956).- Altitudinal and microclimatic relationships of soil temperature under natural vegetation.- Ecology, 37:1-7.
- SHEARMAN, R.J. (1975).- Computer quality control of daily and monthly rainfall data.- The Met. Magazine, 104:102-108.
- SHEPARD, D.S. (1968).- A two-dimensional interpolation function for irregularly-spaced data.- Proc. Ass. Comput. Mach., pp.517-523.
- SNEVA, F.A., L.D. CALVIN (1978).- An improved Thiessen grid for eastern Oregon: an interstation correlation study determining the effect of distance, bearing, and elevation between stations upon the precipitation correlation coefficient.- Agric. Met., 19:471-483.



- SOKAL, R.R., F.J. ROHLF (1980).- Introducción a la Bioestadística.- Ed. Reverté. Barcelona.
- SPACKMAN, E.A., F. SINGLETON (1982).- Recent developments in the quality control of climatological data.- The Met. Magazine, 111:301-311.
- SPREEN, W.C. (1947).- A determination of the effect of topography upon precipitation.- Trans. Amer. Geophys. Union, 28:285-290.
- STEEL, R.G.D., J.H. TORRIE (1960).- Principles and Procedures of Statistics.- McGraw-Hill Book Co., Nueva York.
- STOREBO, P.B. (1976).- Small scale topographical influences on precipitation.- Tellus, 28:45-59.
- STORR, D., H.L. FERGUSON (1972).- The distribution of precipitation in some mountainous Canadian watersheds.- W.M.O., No.326, pp.243-263.
- SUNDBORG, A. (1950).- Local climatological studies of the temperature conditions in an urban area.- Tellus, 2:221-231.
- THORNTHWAITTE, C.W. (1948).- An approach toward a rational classification of climate.- Geogr. Rev., 38:55-94.
- THORNTHWAITTE, C.W., J.R. MATTER (1957).- Instruction and Tables for Computing Potencial Evapotranspiration and the Water Balance.- Centerton, New Jersey.
- TRENDEL, R., B. RAMBALDELLI, B. LE CAVIL (1978).- Méthodes de critique des données pluviométriques quotidiennes.- Monographie de la Meteorologie Nationale, n° 102.

- UCIEDA, F. (1980).- Climatología básica de Galicia. Y IV: Aplicación del Análisis de Componentes Principales a las variables climáticas.- Tesis de Licenciatura. Univ. de Santiago.
- VIERS, G. (1975).- Climatología.- Oikos-tau, Barcelona.
- VILA, P. (1932).- Le climat de Minorque.- In "Extrait de mélanges géographiques offerts à Raoul Blanchard", Grenoble, pp.643-651.
- W.M.O. (1981).- Guide to Hydrological Practices.- W.M.O., No.168, 2 vol., Ginebra.
- W.M.O. (1983).- Guide to Climatological Practices.- W.M.O., No.100, Ginebra.
- WALTER, H. (1977).- Zonas de vegetación y clima.- Ed. Omega, Barcelona.
- WALTER, H., E. HARNICKELL, D. MUELLER-DOMBOIS (1975).- Climate-diagram maps on the Individual Continents and the Ecological Climatic Regions of the Earth.- Supplement to the Vegetation Monographs, Springer-Verlag, Berlin.
- WALTER, H., H. LIETH (1960).- Klimadiagramm Weltatlas.- G. Fischer, Jena.
- WHITE, E.J. (1979).- The prediction and selection of climatological data for ecological purposes in Great Britain.- J. of Appl. Ecology, 16:141-160.
- WILLIAMS, P.Jr., E.L. PECK (1962).- Terrain influence on precipitation in the intermountain west as related to synoptic situations.- J. Appl. Met., 1:343-347.

WOLFSON, N. (1975).- Topographical effects on standard normals of rainfall over Israel.- Weather, 30:138-144.

## 8. APENDICE

Selección de programas BASIC utilizados.

Por orden alfabético, se presentan:

CALCUA  
CARTAU  
CLICUA  
CYRSYM  
DEPUFI  
INTSSJ  
METINT  
PCAR  
REGEVO  
TABPRAN  
TABPT

Estos programas van precedidos por una tabla con las equivalencias más corrientes de algunas sentencias BASIC del HP-86, con objeto de facilitar su adaptación a otras versiones de este lenguaje.

Algunas peculiaridades del BASIC del HP-86

<u>HP-86</u>	<u>"Standard"</u>	<u>Función</u>
@	:	Separa diferentes sentencias en una misma línea.
!	REM	Precede a un comentario.
:		Permite etiquetar una línea de programa con una palabra clave.
&	+	Suma variables alfabéticas.
DISP	PRINT	Dirige una salida hacia la pantalla. (Se reserva PRINT para la impresora).
ASSIGN#	OPEN	Abre un archivo de un diskette, asignándole un "buffer".
READ#	GET	Lee datos de un archivo en diskette.
PRINT#	PUT	Graba datos en un archivo de un diskette.
ASSIGN#... TO *	CLOSE	Cierra un archivo de un diskette.

```

10 ! CALCUA.- Calculo parametros de cada cuadrícula.
20 OPTION BASE 1
30 DIM V(13),F(44) ! .....Dimensionar longitud de la fila, F
40 INTEGER D(100,100)
50 DISP "Limites UTM del mapa: X1,X2,Y1,Y2";@ INPUT X1,X2,Y1,Y2
60 RX=X2-X1+1 @ RY=Y2-Y1+1
100 ASSIGN# 1 TO "ALIF" ! .....Archivo
105 ASSIGN# 2 TO "PACUIF:D701" ! .....Archivo
110 FOR I=1 TO RY
120 READ# 1,I ; F()
130 FOR J=1 TO RX
140 D(I,J)=F(J)
150 NEXT J
160 NEXT I
170 ASSIGN# 1 TO #
200 NC=0
205 ON ERROR GOSUB CERO
210 FOR I=1 TO RY+1
215 Y=Y2-I+1
216 PRINT "***** Y=";Y;" (X=No. de cuadrícula):"
220 DISP I;"de";RY+1
230 FOR J=0 TO RX
240 X=X1+J-1
260 IF D(I,J)#0 THEN NC=NC+1 @ GOTO 1000
280 IF D(I-1,J)>0 THEN NC=NC+1 @ GOTO 1000
300 IF D(I,J+1)>0 THEN NC=NC+1 @ GOTO 1000
305 IF D(I-1,J+1)>0 THEN NC=NC+1 @ GOTO 1000
310 NEXT J
315 PRINT
320 NEXT I
325 OFF ERROR
330 PRINT
335 ASSIGN# 2 TO #
340 STOP
400 CERO: RETURN
1000 OFF ERROR
1010 V(1)=X @ V(2)=Y ! X[1],Y[2]
1020 V(3),V(5),V(13),ZN=0
1030 RESTORE
1040 ON ERROR GOTO 1100
1050 FOR K=1 TO 4 ! A1[3],[4],[5],[13]
1060 READ P,Q@ T=D(1+P,J+Q)
1070 V(3)=V(3)+T
1080 V(5)=V(5)+T*T
1085 ZN=ZN+1
1090 IF T<= 0 THEN V(13)=V(13)+1
1100 NEXT K
1110 OFF ERROR
1115 V(4),V(6),V(8)=V(3)
1120 V(3)=V(3)/4 ! ----- A1
1130 ON ERROR GOTO 1180
1140 FOR K=1 TO 4 ! [4],[5],[13]
1150 READ P,Q@ T=D(1+P,J+Q)
1160 V(4)=V(4)+T @ V(6)=V(6)+T @ V(5)=V(5)+T*T
1165 ZN=ZN+1
1170 IF T<= 0 THEN V(13)=V(13)+1
1180 NEXT K

```

```

1190 OFF ERROR
1200 ON ERROR GOTO 1250
1210 FOR K=1 TO 4 : A7(4),HR7(13)
1220 READ P,Q@ T=D(I+P,J+Q)
1230 V(4)=V(4)+T
1235 ZH=ZH+1
1240 IF T<= 0 THEN V(13)=V(13)+1
1250 NEXT K
1260 OFF ERROR
1270 V(4)=V(4)/12 : A7
1275 V(13)=V(13)+12-ZH
1280 V(13)=V(13)*100/12
1290 ON ERROR GOTO 1330
1300 FOR K=1 TO 4 : R13(5)
1310 READ P,Q@ T=D(I+P,J+Q)
1320 V(6)=V(6)+T @ V(5)=V(5)+T*T
1330 NEXT K
1340 OFF ERROR
1350 V(5)=SQR ((V(5)-V(6)*V(6)/12)/11) : R13
1360 ON ERROR GOTO 1400
1370 FOR K=1 TO 8 : C3(8)
1380 READ P,Q
1390 V(8)=V(8)+D(I+P,J+Q)
1400 NEXT K
1410 OFF ERROR
1420 V(8)=V(8)/12
1430 V(8)=V(3)-V(8) : C3
1440 H(1),H(2),H(3),H(4)=0
1450 ON ERROR GOTO 1490
1460 FOR K=1 TO 4 : PHS(6)
1470 READ P,Q
1480 H(K)=D(I+P,J+Q)
1490 NEXT K
1500 OFF ERROR
1510 V(6)=(H(1)+H(2)-H(3)-H(4))/100 : PHS
1520 H(1),H(2),H(3),H(4)=0
1530 ON ERROR GOTO 1570
1540 FOR K=1 TO 4 : PE1(7)
1550 READ P,Q
1560 H(K)=D(I+P,J+Q)
1570 NEXT K
1580 OFF ERROR
1590 V(7)=(H(2)+H(3)-H(1)-H(4))/20 : PE1
1600 H(1),H(2),H(3),H(4)=0
1610 ON ERROR GOTO 1660
1620 FOR K=1 TO 4 : HN(9)
1630 Q=K-2
1640 FOR P=-2 TO -1 STEP -1
1650 H(K)=MAX (H(K),D(I+P,J+Q))
1660 NEXT P
1670 NEXT K
1680 OFF ERROR
1690 V(9)=(H(1)+H(2)+H(3)+H(4))/4 : HN
1700 H(1),H(2),H(3),H(4)=0
1710 ON ERROR GOTO 1760
1720 FOR K=1 TO 4 : HW(10)
1730 P=K-3

```

```

1740 FOR Q=-1 TO -J STEP -1
1750 H(K)=MAX (H(K),D(I+P,J+Q))
1760 NEXT Q
1770 NEXT K
1780 OFF ERROR
1790 V(10)=(H(1)+H(2)+H(3)+H(4))/4 ! HW
1800 H(1),H(2),H(3),H(4)=0
1810 ON ERROR GOTO 1880
1820 FOR K=1 TO 4 ! DNE12J
1830 Q=K-2
1840 FOR P=-1 TO -I STEP -1
1850 IF D(I+P,J+Q)<= 0 THEN 1880
1860 H(K)=H(K)+1
1870 NEXT P
1880 NEXT K
1890 OFF ERROR
1900 V(12)=(H(1)+H(2)+H(3)+H(4))/4 ! DN
1910 DH=0 ! DNE11J
1920 ON ERROR GOTO 1970
1930 FOR K=1 TO I+1
1940 IF D(I-K,J)<= 0 THEN 1970
1950 DH=DH+1
1960 NEXT K
1970 OFF ERROR
1980 V(11)=DH
1985 IF DH=0 THEN 2070
1990 DH=0
2000 ON ERROR GOTO 2050
2010 FOR K=1 TO I+1
2020 IF D(I-K,J+1)<= 0 THEN 2050
2030 DH=DH+1
2040 NEXT K
2050 OFF ERROR
2060 V(11)=MIN (V(11),DH)
2065 IF DH=0 THEN 2070
2070 DH=0
2080 ON ERROR GOTO 2130
2090 FOR K=1 TO I+1
2100 IF D(I-K,J+K)<= 0 THEN 2130
2110 DH=DH+1
2120 NEXT K
2130 OFF ERROR
2140 V(11)=MIN (V(11),DH*1.414)
2145 IF DH=0 THEN 2070
2150 DH=0
2160 ON ERROR GOTO 2210
2170 FOR K=1 TO RX-J+1
2180 IF D(I-1,J+K)<= 0 THEN 2210
2190 DH=DH+1
2200 NEXT K
2210 OFF ERROR
2220 V(11)=MIN (V(11),DH)
2225 IF DH=0 THEN 2070
2230 DH=0
2240 ON ERROR GOTO 2290
2250 FOR K=1 TO RX-J+1
2260 IF D(I,J+K)<= 0 THEN 2290

```



```

2270 DM=DM+1
2280 NEXT K
2290 OFF ERROR
2300 V(11)=MIN (V(11),DM)
2305 IF DM=0 THEN 2870
2310 DM=0
2320 ON ERROR GOTO 2370
2330 FOR K=1 TO RX-J+1
2340 IF D(I+K-1,J+K)<= 0 THEN 2370
2350 DM=DM+1
2360 NEXT K
2370 OFF ERROR
2380 V(11)=MIN (V(11),DM*1.414)
2385 IF DM=0 THEN 2870
2390 DM=0
2400 ON ERROR GOTO 2450
2410 FOR K=1 TO RY-I+2
2420 IF D(I+K-1,J+1)<= 0 THEN 2450
2430 DM=DM+1
2440 NEXT K
2450 OFF ERROR
2460 V(11)=MIN (V(11),DM)
2465 IF DM=0 THEN 2870
2470 DM=0
2480 ON ERROR GOTO 2530
2490 FOR K=1 TO RY-I+2
2500 IF D(I+K-1,J)<= 0 THEN 2530
2510 DM=DM+1
2520 NEXT K
2530 OFF ERROR
2540 V(11)=MIN (V(11),DM)
2545 IF DM=0 THEN 2870
2550 DM=0
2560 ON ERROR GOTO 2610
2570 FOR K=1 TO RY-I+2
2580 IF D(I+K-1,J-K+1)<= 0 THEN 2610
2590 DM=DM+1
2600 NEXT K
2610 OFF ERROR
2620 V(11)=MIN (V(11),DM*1.414)
2625 IF DM=0 THEN 2870
2630 DM=0
2640 ON ERROR GOTO 2690
2650 FOR K=1 TO J+1
2660 IF D(I,J-K+1)<= 0 THEN 2690
2670 DM=DM+1
2680 NEXT K
2690 OFF ERROR
2700 V(11)=MIN (V(11),DM)
2705 IF DM=0 THEN 2870
2710 DM=0
2720 ON ERROR GOTO 2770
2730 FOR K=1 TO J+1
2740 IF D(I-1,J-K+1)<= 0 THEN 2770
2750 DM=DM+1
2760 NEXT K
2770 OFF ERROR

```

```

2780 V(11)=MIN (V(11),DM)
2785 IF DM=0 THEN 2870
2790 DM=0
2800 ON ERROR GOTO 2850
2810 FOR K=1 TO J+1
2820 IF D(I-K,J-K+1)<= 0 THEN 2850
2830 DM=DM+1
2840 NEXT K
2850 OFF ERROR
2860 V(11)=MIN (V(11),DM*1.414) ! DM
2870 PRINT# 2,NC ; V(
2880 PRINT VAL# (X);"=";VAL# (NC);" ";
2890 ON ERROR GOSUB CERO
2900 GOTO 310
3000 DATA 0,0,-1,0,-1,1,0,1,-3,-2,-3,3,2,3,2,-2
3010 DATA -2,-1,-2,2,1,2,1,-1,-5,-4,-5,5,4,5,4,-4
3020 DATA -2,0,-2,1,-1,2,0,2,1,1,1,0,0,-1,-1,-1
3030 DATA -3,0,-3,1,2,1,2,0,-1,0,-1,1,0,1,0,0
3100 END

```

```

10 ! CARTAU.- Cartografia automatica de elementos climaticos.
20 OPTION BASE 1
30 DIM V(13),P(15),M(15,48),C(4,12),XP(109),YP(109),RP(109,12)
40 DIM L$(132),EC$(2),M$(54,45) ! .....Dimensionar con margenes
50 X1=340 @ X2=383 @ Y1=279 @ Y2=331 @ NC=811 ! .....Datos del mapa
60 ASSIGN# 1 TO "PACUIF" ! .....Archivo parametros
70 ASSIGN# 2 TO "CLIBA2"
80 READ# 2 ; M()
90 ASSIGN# 2 TO #
92 ASSIGN# 2 TO "XP" @ READ# 2 ; XP()@ ASSIGN# 2 TO #
94 ASSIGN# 2 TO "YP" @ READ# 2 ; YP()@ ASSIGN# 2 TO #
96 ASSIGN# 2 TO "RP" @ READ# 2 ; RP()@ ASSIGN# 2 TO #
99 RX=X2-X1+2 @ RY=Y2-Y1+2
100 DISP "Elemento a cartografiar (1a. linea, 30 car.)";@ INPUT EC$(1)
110 DISP "Id. (2a. linea, 30 car.)";@ INPUT EC$(2)
120 DISP "Unidades, factor de reduccion (99 elimina la linea), error tipico (99 elimina el error)";@
  INPUT U$,FU,ET
130 DISP "IMPRESION DEL MAPA:"
140 DISP "No. de bandas verticales";@ INPUT NB
150 FOR I=1 TO NB
160 DISP "X maxima de la banda";I;@ INPUT XB(I+1)
165 XB(I+1)=XB(I+1)-X1+2
170 NEXT I
180 XB(1)=0
185 PRINTER IS 701,132
190 PRINT CHR# (27)&"&k2S"
200 PRINT EC$(1) @ PRINT EC$(2)
210 IF FU=99 THEN PRINT @ GOTO 250
220 PRINT "Unidades =" ;FU;U$;
230 IF ET=99 THEN PRINT ELSE PRINT " (E.t.= ;ET;U$;)"
250 PRINT "Coordenadas U.T.N.: X (Km), Y (Km-4000)"
260 PRINT USING "4/"

```

```

270 FOR I=1 TO RY ! Inicializacion de M$
280 FOR J=1 TO RX
290 M$(I,J)=" "
300 NEXT J
310 NEXT I
320 FOR K=1 TO NC ! Calculo del elemento climatico deseado
330 READ# 1,K ; V()
340 P(1)=1 @ P(2)=V(2) @ P(3)=V(3)
350 P(4)=ABS (V(3)-100) @ P(10)=1.5*(V(3)-V(4))
360 FOR I=5 TO 9 @ P(1)=V(1-1) @ NEXT I
370 FOR I=11 TO 15 @ P(1)=V(1-2) @ NEXT I
380 J=V(1)-X1+2 @ I=Y2-V(2)+1
390 GOSUB 1000
400 NEXT K
410 FOR K=1 TO NB ! Impresion del mapa
420 FOR I=1 TO RY
430 L$=""
440 FOR J=XB(K)+1 TO XB(K+1)
450 IF LEN (M$(I,J))=1 THEN L$=L$&" "&M$(I,J) ELSE L$=L$&" "&M$(I,J)
460 NEXT J
470 PRINT L$
480 NEXT I
490 PRINT USING "2/"
500 NEXT K
510 STOP
1000 ! Subrutina de calculo del elemento climatico deseado
1005 C=0
1007 FOR J2=1 TO 12
1010 FOR I2=1 TO 15
1020 C=C+P(I2)*M(I2,J2)
1030 NEXT I2
1035 GOSUB 5000
1040 NEXT J2
4000 C=INT (C/FU)
4020 M$(I,J)=VAL$ (C)
4030 RETURN
5000 ! Subrutina correctora de las precipitaciones.
5010 SR,SF=0
5020 FOR E3=1 TO 109
5030 DX=V(1)-XP(E3) @ DY=V(2)-YP(E3)
5040 DI=SQR (DX*DX+DY*DY)
5050 IF DI>30 THEN 5090
5060 F=1/(DI+1)
5070 SR=SR+F*F*F*RP(E3,J2)
5080 SF=SF+F*F*F
5090 NEXT E3
5100 C=C-SR/SF
5110 RETURN
6000 END

```

```

10 ! CLICUA.- Clima de una cuadrícula.
20 OPTION BASE 1
30 DIM V(13),P(15),H(15,48),XP(109),YP(109),RP(109,12),C(48)
50 DIM P1(12),TP(12),L$(12),NOM$(26)
60 DIM D(7,13),B(6,13),ED$(7),EB$(7),IT(12),DH(12)
70 FOR I=1 TO 7 @ READ ED$(I) @ NEXT I
80 FOR I=1 TO 12 @ READ IT(I),DH(I) @ NEXT I
90 FOR I=1 TO 6 @ READ EB$(I) @ NEXT I
100 ASSIGN# 2 TO "CLIBA2:D701"
110 READ# 2 ; H()
120 ASSIGN# 2 TO #
130 ASSIGN# 2 TO "XP:D701" @ READ# 2 ; XP() @ ASSIGN# 2 TO #
140 ASSIGN# 2 TO "YP:D701" @ READ# 2 ; YP() @ ASSIGN# 2 TO #
150 ASSIGN# 2 TO "RP:D701" @ READ# 2 ; RP() @ ASSIGN# 2 TO #
160 PRINTER IS 701,132
170 PRINT CHR$(27)&"&k2S"
180 DISP "Cuadrículas de Mallorca (1), Menorca (2), o Ibiza-Formentera (3)";
190 INPUT ISLA
200 ON ISLA GOTO A,B,C
210 A: DISP "Primera parte (1) o segunda parte (2)" @ INPUT Z12
220 IF Z12=1 THEN ASSIGN# 1 TO "PACUMA" ELSE ASSIGN# 1 TO "PACUMA2"
230 ERA=1 @ ERB=93 @ LAT=39.5 @ GOTO D
240 B: ERA=94 @ ERB=103 @ LAT=40 @ ASSIGN# 1 TO "PACUME:D701" @ GOTO D
250 C: ERA=104 @ ERB=109 @ LAT=39 @ ASSIGN# 1 TO "PACUIF:D701"
260 D: DISP "Número de la cuadrícula, nombre"; @ INPUT K,NOM$
265 IF K=-1 THEN 180
270 READ# 1,K ; V()
280 P(1)=1 @ P(2)=V(2) @ P(3)=V(3)
290 P(4)=ABS (V(3)-100) @ P(10)=1.5*(V(3)-V(4))
300 FOR I=5 TO 9 @ P(I)=V(I-1) @ NEXT I
310 FOR I=11 TO 15 @ P(I)=V(I-2) @ NEXT I
320 GOSUB 1000
330 PRINT USING "22X,45A,3A,5D,X,2A,5X,BA,5D,X,2A,10X,10A,4D,X,A" ; NOM$,"X =",V(1),"km","Y-4000 =",
V(2),"km","Altitud =",V(3),"m"
340 PRINT
350 PRINT USING "35X,12(7A),X,7A" ; "Ene","Feb","Mar","Abr","May","Jun","Jul","Ago","Sep","Oct","Nov",
"Dic","Anual"
360 PRINT "
-----"
370 FOR I=1 TO 7 @ D(1,13)=0 @ NEXT I
375 D(3,13)=-99 @ D(4,13),D(5,13)=99
380 FOR J=1 TO 12
390 D(1,J)=C(J) @ D(2,J)=(C(12+J)+C(24+J))/2 @ D(3,J)=C(12+J)
400 D(4,J)=C(24+J) @ D(5,J)=C(36+J)
410 OSC=D(3,J)-D(4,J)
412 F22=(OSC-7)/8
414 IF F22<0 THEN F22=0
416 DERO=(D(2,J)-22)*F22+OSC-3
418 IF DERO<3 THEN DERO=3
420 D(6,J)=DH(J)*(700*(D(2,J)+.006*V(3))/(100-LAT)+15*DERO)/(80-D(2,J))
425 D(7,J)=DH(J)*(500*(D(2,J)+.006*V(3))/(100-LAT)+15*DERO)/(80-D(2,J))
430 D(1,13)=D(1,13)+D(1,J)
431 D(2,13)=D(2,13)+D(2,J)
432 D(6,13)=D(6,13)+D(6,J)
433 D(7,13)=D(7,13)+D(7,J)
434 D(3,13)=MAX (D(3,13),D(3,J))
435 D(4,13)=MIN (D(4,13),D(4,J))

```

```

436 D(5,13)=MIN (D(5,13),D(5,J))
440 NEXT J
450 D(2,13)=D(2,13)/12
460 FOR I=1 TO 7
462 a=D(I,1) @ b=D(I,2) @ c=D(I,3) @ d=D(I,4) @ e=D(I,5) @ f=D(I,6) @ g=D(I,7)
464 h=D(I,8) @ i=D(I,9) @ j=D(I,10) @ k=D(I,11) @ l=D(I,12) @ n=D(I,13)
470 PRINT USING IH ; ED$(I),a,b,c,d,e,f,g,h,i,j,k,l,n
480 NEXT I
490 PRINT USING "4/"
500 PRINT "                               Balance hidrico segun Thornthwaite:" @ PRINT
530 RS=100 ! Reserva de saturacion.
560 IC=0
570 FOR I=1 TO 12 ! ----- Indice de calor -----
580 IC=IC+(D(2,I)/5)^1.514
590 NEXT I
600 A=.000000675*IC^3-.0000771*IC^2+.01792*IC+.49239
610 PRINT USING "35X,12(7A),X,7A" ; "Ene","Feb","Mar","Abr","May","Jun","Jul","Ago","Sep","Oct","Nov",
    "Dic","Anual"
620 PRINT "
-----"

630 FOR J=1 TO 12 ! ----- ETP y balance -----
633 K=J+7 @ IF K>12 THEN K=K-12
640 E=16*(10*D(2,K)/IC)^A @ B(1,K)=D(1,K)
650 B(2,K)=E*IT(K)*DH(K)/12/30
660 IF J=1 THEN RA=0 @ GOTO 670
665 IF K=1 THEN RA=B(3,12) ELSE RA=B(3,K-1)
670 IF B(1,K)<B(2,K) THEN LB1
680 B(3,K)=RA+B(1,K)-B(2,K)
690 B(4,K)=B(2,K) @ B(5,K),B(6,K)=0
700 IF B(3,K)>RS THEN B(6,K)=B(3,K)-RS @ B(3,K)=RS
710 GOTO LB2
720 LB1: CR=(B(2,K)-B(1,K))*SQR (RA/RS) ! Consumo de la reserva
730 IF CR>RA THEN CR=RA
740 B(3,K)=RA-CR
750 B(4,K)=B(1,K)+CR
760 B(5,K)=B(2,K)-B(4,K) @ B(6,K)=0
770 LB2: NEXT J
771 FOR I=1 TO 6
772 B(1,13)=0
773 FOR J=1 TO 12
774 B(1,13)=B(1,13)+B(1,J)
775 NEXT J
776 NEXT I
777 B(3,13)=B(3,13)/12
780 FOR I=1 TO 6
782 a=B(I,1) @ b=B(I,2) @ c=B(I,3) @ d=B(I,4) @ e=B(I,5) @ f=B(I,6) @ g=B(I,7)
784 h=B(I,8) @ i=B(I,9) @ j=B(I,10) @ k=B(I,11) @ l=B(I,12) @ n=B(I,13)
790 PRINT USING IH ; ED$(I),a,b,c,d,e,f,g,h,i,j,k,l,n
800 NEXT I
810 PRINT USING "4/"
820 DISP "Diagrama de Walter y Lieth (S/N)";@ BEEP 100,100 @ INPUT Z3$
830 IF Z3$="S" THEN GOSUB 5000
840 GOTO D
960 IH: IMAGE 22X,10A,12(4DZRD),2X,4DZRD
970 DATA P,T,TH,Tm,Tma,E (L.),ETP (L.)
980 DATA 9.66,31,11.06,28,11.94,31,13.28,30,14.42,31,15.01,30,14.74,31,13.75,31,12.48,30,11.14,31,9.
    96,30,9.35,31

```

```

990 DATA P,ETP (Th.),R,ETR,DA,EA
999 STOP
1000 ! Subrutina de calculo del clima.
1010 FOR J=1 TO 48
1020 C(J)=0
1030 FOR I=1 TO 15
1040 C(J)=C(J)+P(I)*H(I,J)
1050 NEXT I
1060 IF J<13 THEN GOSUB 2000
1070 NEXT J
1990 RETURN
2000 ! Subrutina correctora de las precipitaciones
2010 SR,SF=0
2020 FOR E3=ERA TO ERB
2030 DX=V(1)-XP(E3) @ DY=V(2)-YP(E3)
2040 DI=SOR (DX*DX+DY*DY)
2050 IF DI>30 THEN 2090
2060 F=1/(DI+1)
2070 SR=SR+F*F*RP(E3,J)
2080 SF=SF+F*F*F
2090 NEXT E3
2100 C(J)=C(J)-SR/SF
2110 RETURN
5000 ! Subrutina para el dibujo del diagrama de Walter y Lieth
5005 PLOTTER IS 605
5010 L$(1)="E" @ L$(2)="F" @ L$(3)="M" @ L$(4)="A" @ L$(5)="H" @ L$(6)="J"
5020 L$(7)="J" @ L$(8)="A" @ L$(9)="S" @ L$(10)="O" @ L$(11)="N" @ L$(12)="D"
5025 ZP=0
5030 FOR I=1 TO 12
5040 P1(I)=(C(I)-100)/10+100 @ IF C(I)>100 THEN ZP=1
5050 TP(I)=D(2,I)*2
5060 NEXT I
5070 GCLEAR @ LIMIT 0,135,0,135 !          *** LIMIT
5080 LOCATE 20,90,10,60 !          *** LOCATE
5090 SCALE .5,12.5,0,100
5100 XAXIS 0,1 @ LORG 4
5110 FOR I=1 TO 12
5120 MOVE 1,-13 @ LABEL L$(I)
5130 NEXT I
5140 YAXIS .5,20 @ LORG 8
5150 FOR I=0 TO 100 STEP 20
5160 MOVE .3,I @ LABEL I/2
5170 NEXT I
5180 YAXIS 12.5,20 @ LORG 2
5190 FOR I=0 TO 100 STEP 20
5200 MOVE 12.7,I @ LABEL I
5210 NEXT I
5220 MOVE .5,100 @ DRAW 12.5,100
5230 LORG 5 @ MOVE -1,110 @ LABEL "T"
5240 MOVE 14,110 @ LABEL "P"
5250 LORG 1 @ MOVE -1,140 @ LABEL NOM$, "(",V(1),",",V(2),")"
5260 MOVE 10,140 @ LABEL USING "A,4D,X,2A" ; "(",V(3),")"
5270 MOVE 5.5,130 @ LABEL USING "DZRD,X,2A" ; D(2,13),"gC"
5280 MOVE 10,130 @ LABEL USING "4D,X,2A" ; D(1,13),"mm"
5290 LORG 8
5300 MOVE -1.5,70 @ LABEL USING "DZRD" ; C(20)
5310 MOVE -1.5,30 @ LABEL USING "DZRD" ; C(25)

```

```

5320 MOVE 0,C(12)
5330 FOR I=1 TO 12
5340 DRAW I,C(1)
5350 NEXT I
5360 DRAW 13,C(1)
5370 MOVE 0,TP(12)
5380 FOR I=1 TO 12
5390 DRAW I,TP(1)
5400 NEXT I
5410 DRAW 13,TP(1)
5420 FOR X=.6 TO 12.4 STEP .2
5430 IF X MOD 1=0 THEN 5490
5440 IF X>= 1 AND X<= 12 THEN 5470
5450 Y1=C(12)+(C(1)-C(12))*FP (X)
5460 Y2=TP(12)+(TP(1)-TP(12))*FP (X) @ GOTO 5500
5470 Y1=C(IP (X))+C(IP (X)+1)-C(IP (X))*FP (X)
5480 Y2=TP(IP (X))+TP(IP (X)+1)-TP(IP (X))*FP (X) @ GOTO 5500
5490 Y1=C(X) @ Y2=TP(X)
5500 IF Y1>Y2 THEN LINE TYPE 1 ELSE LINE TYPE 3,2 !      *** LINE TYPE
5510 MOVE X,Y1 @ DRAW X,Y2
5520 NEXT X
5530 LINE TYPE 1
5540 IF ZP=0 THEN 5700
5550 LOCATE 20,90,60,70 !      *** LOCATE
5560 YAXIS .5,20 @ YAXIS 12.5,20
5570 LONG 2 @ MOVE 12.7,120 @ LABEL 300
5580 MOVE 0,P1(12)
5590 FOR I=1 TO 12
5600 DRAW I,P1(1)
5610 NEXT I
5620 DRAW 13,P1(1)
5630 FOR X=.6 TO 12.4 STEP .1
5640 IF X>= 1 AND X<12 THEN 5660
5650 Y=P1(12)+(P1(1)-P1(12))*FP (X) @ GOTO 5670
5660 Y=P1(IP (X))+P1(IP (X)+1)-P1(IP (X))*FP (X)
5670 IF Y<= 100 THEN 5690
5680 MOVE X,Y @ DRAW X,100
5690 NEXT X
5700 LOCATE 20,90,5,10 !      *** LOCATE
5710 FOR I=1 TO 12
5715 IF D(4,I)>0 AND D(5,I)>3 THEN 5790
5720 MOVE I-.5,0 @ DRAW I-.5,-2.8 @ DRAW I+.5,-2.8 @ DRAW I+.5,0
5730 IF D(4,I)>0 THEN 5790
5760 MOVE I-.5,-.7 @ DRAW I+.5,-.7
5770 MOVE I-.5,-1.4 @ DRAW I+.5,-1.4
5780 MOVE I-.5,-2.1 @ DRAW I+.5,-2.1
5790 NEXT I
5800 RETURN
9000 END

```

```

10 ! CYRSYM.- Correlacion Y Regresion Simple Y Multiple.
20 OPTION BASE 1
30 DIM m(30),s(30),r(30,30),C(30,31)
40 SHORT X(30,200),r1(30,30),b(30),b1(30)
50 DISP "No. de variables (hasta 30), No. de puntos (hasta 200)";
60 INPUT NV,NP
70 FOR J=1 TO NP
80 READ Z@ IF Z=J THEN 100
90 DISP "PUNTO ESPERADO ="&J&"; PUNTO LEIDO ="&Z& @ BEEP 100,100 @ STOP
100 FOR I=1 TO NV
110 READ X(I,J)
120 NEXT I
130 NEXT J
140 DISP "----- Calculo de m, s, r,-----"
150 FOR I=1 TO NV @ DISP "SUM"&I
160 m(I)=0
170 FOR K=1 TO NP
180 m(I)=m(I)+X(I,K)
190 NEXT K
200 FOR J=1 TO NV
210 r(I,J)=0
220 FOR K=1 TO NP
230 r(I,J)=r(I,J)+X(I,K)*X(J,K)
240 NEXT K
250 NEXT J
260 NEXT I
270 FOR I=1 TO NV @ DISP "SPR"&I ! Sumas de productos.
280 FOR J=1 TO NV
290 r(I,J)=r(I,J)-m(I)*m(J)/NP
300 NEXT J
310 NEXT I
320 FOR I=1 TO NV-1 @ DISP "r"&I ! Coef. de correlacion.
330 FOR J=I+1 TO NV
340 r(I,J)=r(I,J)/SQR (r(I,I)*r(J,J))
350 r(J,I)=r(I,J)
360 NEXT J
370 NEXT I
380 FOR I=1 TO NV ! Medias, des. tip., y diagonal de [r].
390 m(I)=m(I)/NP @ s(I)=SQR (r(I,I)/(NP-1)) @ r(I,I)=1
400 NEXT I
410 PRINT "Medias :" @ PRINT "-----"
420 FOR I=1 TO NV
430 PRINT IP (m(I)*1000)/1000;
440 IF I MOD 10=0 THEN PRINT CHR$(10) ELSE PRINT TAB (8*I);
450 NEXT I
460 PRINT @ PRINT @ PRINT "Desviaciones tipicas :"
465 PRINT "-----"
470 FOR I=1 TO NV
480 PRINT IP (s(I)*1000)/1000;
490 IF I MOD 10=0 THEN PRINT CHR$(10) ELSE PRINT TAB (8*I);
500 NEXT I
510 PRINT @ PRINT
520 PRINT "Matriz de correlaciones :"
530 PRINT "-----"
540 FOR I=1 TO NV
550 PRINT "==== Variable No."&I
560 FOR J=1 TO NV

```



```

570 PRINT IP (r(I,J)*10000)/10000;
580 IF J MOD 10=0 THEN PRINT CHR$(10) ELSE PRINT TAB (8*J);
590 NEXT J
600 PRINT
610 NEXT I
620 PRINT
630 FOR I=1 TO NV ! Copia de la matriz r.
640 FOR J=1 TO NV
650 C(I,J)=r(I,J)
660 NEXT J
670 NEXT I
680 DISP "INVERSION DE LA MATRIZ C" ! -----
690 FOR I=1 TO NV
700 I1(I),J1(I)=0
710 NEXT I
720 FOR K=1 TO NV
730 PV=0 @ DISP K ! Busqueda del pivot maximo.
740 FOR I=1 TO NV
750 IF I1(I)=1 THEN LB1
760 FOR J=1 TO NV
770 IF J1(J)=1 THEN LB2
780 IF ABS (PV)>= ABS (C(I,J)) THEN LB2
790 PV=C(I,J) @ I2=I @ J2=J
800 LB2: NEXT J
810 LB1: NEXT I
820 I1(I2)=1 @ J1(J2)=1
830 FOR I=1 TO NV ! Creacion columna de I1.
840 C(I,NV+1)=0
850 NEXT I
860 C(I2,NV+1)=1
870 IF PV=1 THEN LB3 ! Normalization de la fila del pivot.
880 FOR J=1 TO NV+1
890 C(I2,J)=C(I2,J)/PV
900 NEXT J
910 LB3: FOR I=1 TO NV ! Obtencion de ceros en la columna del pivot.
920 IF I=I2 OR C(I,J2)=0 THEN LB4
930 PF=C(I,J2)
940 FOR J=1 TO NV+1
950 C(I,J)=C(I,J)-C(I2,J)*PF
960 NEXT J
970 LB4: NEXT I
980 FOR I=1 TO NV ! Transferencia de la columna NV+1 a la del pivot.
990 C(I,J2)=C(I,NV+1)
1000 NEXT I
1010 NEXT K
1020 DISP "CORRELACIONES PARCIALES" ! -----
1030 FOR I=1 TO NV-1
1040 FOR J=I+1 TO NV
1050 r1(I,J)=- (C(I,J)/SQR (C(I,I)*C(J,J)))
1060 r1(J,I)=r1(I,J)
1070 NEXT J
1080 r1(I,I)=1
1090 NEXT I
1100 r1(NV,NV)=1
1110 PRINT "Matriz de correlaciones parciales : "
1120 PRINT "-----"
1130 FOR I=1 TO NV

```

```

1140 PRINT "==== Variable No.,";I
1150 FOR J=1 TO NV
1160 PRINT IP (r1(I,J)*10000)/10000;
1170 IF J MOD 10=0 THEN PRINT CHR$(10) ELSE PRINT TAB (8*J);
1180 NEXT J
1190 PRINT
1200 NEXT I
1210 PRINT
1220 R2=0 @ a=n(NV) ! Coeficientes de regresion, tipificados y normales.
1230 FOR I=1 TO NV-1
1240 DISP I
1250 b1(I)=- (C(I,NV)/C(NV,NV))
1260 b(I)=b1(I)*s(NV)/s(I)
1270 a=a-b(I)*m(I)
1280 R2=R2+b1(I)*r(I,NV) ! Coef. de determinacion multiple.
1290 NEXT I
1300 PRINT "Ecuacion de regresion tipificada : " @ PRINT
1310 PRINT "y' = ";b1(1);"x'(1) ";
1320 FOR I=2 TO NV-1
1330 IF b1(I)>0 THEN PRINT "+";
1340 PRINT b1(I);"x'(";VAL$(I);") ";
1350 NEXT I
1360 PRINT @ PRINT
1370 PRINT "Coef. de determinacion multiple: R^2 =";IP (R2*10000)/10000 @ PRINT
1380 PRINT "Ecuacion de regresion multiple : " @ PRINT
1390 PRINT "Y = ";IP (a*10000)/10000;
1400 FOR I=1 TO NV-1
1410 IF b(I)>0 THEN PRINT "+";
1420 PRINT b(I);"X(";VAL$(I);") ";
1430 NEXT I
1440 PRINT @ PRINT
1450 DATA 1,3.05,1.45,5.67,.34,2,4.22,1.35,4.86,.11,3,3.34,.26,4.19,.38,4,3.77,.23,4.42,.68,5,3.52,1
.1,3.17,.18
1460 DATA 6,3.54,.76,2.76,0,7,3.74,1.59,3.81,.08,8,3.78,.39,3.23,.11,9,2.92,.39,5.44,1.53,10,3.1,.64
,6.16,.77
1470 DATA 11,2.86,.82,5.48,1.17,12,2.78,.64,4.62,1.01,13,2.22,.85,4.49,.89,14,2.67,.9,5.59,1.4,15,3.
12,.92,5.86,1.05
1480 DATA 16,3.03,.97,6.6,1.15,17,2.45,.18,4.51,1.49,18,4.12,.62,5.31,.51,19,4.61,.51,5.16,.18,20,3.
94,.45,4.45,.34
1490 DATA 21,4.12,1.79,6.17,.36,22,2.93,.25,3.38,.89,23,2.66,.31,3.51,.91,24,3.17,.2,3.08,.92,25,2.7
9,.24,3.98,1.35
1500 DATA 26,2.61,.2,3.64,1.33,27,3.74,2.27,6.5,.23,28,3.13,1.48,4.28,.26,29,3.49,.25,4.71,.73,30,2.
94,2.22,4.58,.23
1510 END

```

```

10 ! DEPUFI.- Depuracion de ficheros: PRNE1, TENAME1, etc.
20 OPTION BASE 1
25 SHORT Y(240),X(30,240),D(20)
30 DIM r(109),mY(30),sY(30),mX(30),sX(30),rR(30)
40 NES=34 ! .....No. total de estaciones.
50 NER=3 ! .....No. de estaciones de referencia.
60 W=99 @ rm=.5 ! .....Codigo de blancos, y minimo r.
65 ZI=1.5 @ ZS=1.5 ! ..... Desviaciones de confianza inferior y superior.
70 DISP "Estacion inicial, estacion final";
80 INPUT A,B
90 ASSIGN# 1 TO "mTH:D701" ! .....Archivo.
100 ASSIGN# 2 TO "sTH:D701" ! .....Archivo.
110 ASSIGN# 3 TO "rTH:D701" ! .....Archivo.
120 ASSIGN# 4 TO "TENAME2:D701" ! .....Archivo.
150 ASSIGN# 5 TO "TENAME1" ! .....Archivo.
160 FOR E=A TO B ! ----- Lectura estacion E -----
170 R=(E-1)*12
180 FOR J=1 TO 12
190 READ# 5,R+J ; EB,M9,D()
200 FOR I=1 TO 20
210 I1=(J-1)*20+1
220 Y(I1)=D(I)
230 NEXT I
240 NEXT J
250 FOR I=1 TO NES ! ----- Lectura de los r's -----
260 IF I=E THEN r(I)=0 @ GOTO LB1
270 IF E<I THEN K=(E-1)*NES-E*(E+1)/2+1 ELSE K=(I-1)*NES-I*(I+1)/2+E
280 READ# 3,K ; r(I)
290 r(I)=IP (ABS (r(I))*10000)+1/1000
300 LB1: NEXT I
305 DISP "ORD [I]"
310 FOR I=2 TO NES ! ----- Ordenacion de los r.E2 -----
330 IF r(I)<= r(I-1) THEN LC1
340 r5=r(I)
350 FOR J=1 TO I-1
360 IF r5>r(J) THEN LC2
370 NEXT J
380 LC2: FOR K=I TO J+1 STEP -1
390 r(K)=r(K-1)
400 NEXT K
410 r(J)=r5
420 LC1: NEXT I
430 NR=0
440 GOSUB CARGA
450 NDEP=0
455 DISP "DEP [J]"
460 FOR J=1 TO 240 ! ----- Depuracion -----
480 IF Y(J)=W THEN GOSUB INTER ELSE GOSUB CON
490 NEXT J
495 PRINT "E=";E,"NDEP=";NDEP
520 FOR J=1 TO 12 ! ----- Grabacion datos depurados -----
530 K=(J-1)*20 @ R=(E-1)*12
540 FOR I=1 TO 20
550 D(I)=Y(K+I)
560 NEXT I
570 PRINT# 4,R+J ; EB,J,D()
580 NEXT J

```

```

610 NEXT E
611 ASSIGN# 1 TO #
612 ASSIGN# 2 TO #
613 ASSIGN# 3 TO #
614 ASSIGN# 4 TO #
615 ASSIGN# 5 TO #
620 STOP
630 CARGA: ! ----- Lectura de 10 estaciones de referencia -----
640 FOR P=NR+1 TO NR+10
645 IF r(P)<r# THEN NR=P-1 @ GOTO 830
650 DISP "C";P
660 E2=FP (r(P))*1000
670 R=(E2-1)*12
680 FOR J3=1 TO 12
690 READ# 5,R+J3 ; E9,N9,D()
700 FOR I3=1 TO 20
710 I1=(J3-1)*20+I3
720 X(P,I1)=D(I3)
730 NEXT I3
740 NEXT J3
750 IF E<E2 THEN K=(E-1)*NES-E*(E+1)/2+E2 ELSE K=(E2-1)*NES-E2*(E2+1)/2+E
760 K1=(E-1)*NES+E2 @ K2=(E2-1)*NES+E
770 READ# 1,K1 ; mY(P)
780 READ# 1,K2 ; mX(P)
790 READ# 2,K1 ; sY(P)
800 READ# 2,K2 ; sX(P)
810 READ# 3,K ; rR(P)
820 NEXT P
825 NR=NR+10
830 RETURN
840 INTER: CD=.01 ! ----- Interpolacion de un dato -----
850 INT2: SD,SR,N=0
860 FOR I=1 TO 30
870 IF X(I,J)=W THEN LB2
880 y=(X(I,J)-mX(I))*sY(I)/sX(I) @ N=N+1
890 IF rR(I)<0 THEN y=-y
900 SD=SD+(y+mY(I))*rR(I)*rR(I) @ SR=SR+rR(I)*rR(I)
910 IF N=NER THEN LB3
920 LB2: IF I<NR THEN LB4
930 IF NR=30 OR r(P)<r# THEN LB9
940 GOSUB CARGA
950 GOTO LB4
960 LB9: PRINT "E=";E;"Mes=";J MOD 20+1;"Anyo=";J-J MOD 20;"NR=";NR;
970 IF N>0 THEN PRINT @ GOTO LB4
980 PRINT "(DATO NO INTERPOLADO)" @ GOTO LB5
990 LB4: NEXT I
1000 LB3: Y(J)=IP (10*SD/SR)
1010 PF=FP (10*SD/SR)
1020 IF PF<.5 THEN Y(J)=Y(J)/10 ELSE Y(J)=(Y(J)+1)/10
1022 IF Y(J)>= 0 THEN Y(J)=Y(J)+CD ELSE Y(J)=Y(J)-CD
1024 IF W=99 THEN LB5
1026 IF Y(J)<0 THEN Y(J)=CD
1030 LB5: RETURN
1040 CON: ! ----- Contraste de un dato -----
1050 N=0
1060 FOR I=1 TO 30
1070 IF X(I,J)=W THEN LB6

```

```

1080 b=rR(I)*sY(I)/sX(I)
1090 a=mY(I)-b*mX(I)
1100 YE=a+b*X(I,J)
1110 SY=sY(I)*SQRT(1-rR(I)*rR(I))
1120 IF Y(J)<YE+SY*ZS AND Y(J)>YE-SY*ZI THEN LB7
1130 N=N+1
1140 IF N<5 THEN LB6
1150 CD=.02 @ NDEP=NDEP+1 @ GOSUB INT2
1160 GOTO LB7
1170 LB6: IF I<NR THEN LB8
1180 IF NR#30 AND r(P)>rm THEN 1190
1182 IF Y(J)>= 0 THEN Y(J)=Y(J)+.03 ELSE Y(J)=Y(J)-.03
1184 GOTO LB7
1190 GOSUB CARGA
1200 LB8: NEXT I
1210 LB7: RETURN
1220 END

```

```

10 ! INTSSJ.- Interpolacion de S.S.Juan, como ensayo del metodo.
20 OPTION BASE 1
30 DIM DS(12,20),D1(12,20),PH(12),DMA(12),DNE(12),ERT(12),CV(12),D(20)
40 DIM A(17,5),B(17,5),R2(17,5),D1(12,20),D2(12,20),D3(12,20),D4(12,20),D5(12,20),X(12,20)
60 ASSIGN# 1 TO "PRNE1"
70 FOR Z=1 TO 6
80 DISP "LECTURA DE DATOS";Z
90 READ E
100 GOSUB LEC
110 NEXT Z
120 DISP "CALCULO COEFICIENTES DE REGRESION"
121 FOR Z=1 TO 5 @ DISP Z
122 FOR I=1 TO 12
123 FOR J=1 TO 13
124 ON Z GOSUB X1 ,X2 ,X3 ,X4 ,X5
125 NEXT J
126 NEXT I
127 DISP "MATRIZ X FORMADA"
128 SXA,SYA,SXY,QXA,QYA,NA=0 ! ----- Calculo de los coeficientes regr.
130 FOR W=1 TO 4
135 SXE(W),SYE(W),SXYE(W),QXE(W),QYE(W),NE(W)=0
140 NEXT W
145 FOR I=1 TO 12
150 SX,SY,SXY,QX,QY,NM=0 @ IE=IP (1/3)
155 IF IE=0 THEN IE=4
160 FOR J=1 TO 13
162 IF X(I,J)=-1 OR DS(I,J)=-1 THEN MAS1
164 SX=SX+X(I,J) @ SY=SY+DS(I,J) @ SXY=SXY+X(I,J)*DS(I,J)
166 QX=QX+X(I,J)*X(I,J) @ QY=QY+DS(I,J)*DS(I,J) @ NM=NM+1
168 SXA=SXA+X(I,J) @ SYA=SYA+DS(I,J) @ SXYA=SXYA+X(I,J)*DS(I,J)
170 QXA=QXA+X(I,J)*X(I,J) @ QYA=QYA+DS(I,J)*DS(I,J) @ NA=NA+1

```

```

172 SXE(IE)=SXE(IE)+X(I,J)  Q SYE(IE)=SYE(IE)+DS(I,J)
174 SXVE(IE)=SXVE(IE)+X(I,J)*DS(I,J)  Q QXE(IE)=QXE(IE)+X(I,J)*X(I,J)
176 QYE(IE)=QYE(IE)+DS(I,J)*DS(I,J)  Q NE(IE)=NE(IE)+1
178 NAS1: NEXT J
180 B(I,Z)=(NH*SXY-SX*SY)/(NH*QX-SX^2)
182 A(I,Z)=(SY-B(I,Z)*SX)/NH
184 R2(I,Z)=(NH*SXY-SX*SY)^2/((NH*QX-SX^2)*(NH*QY-SY^2))
186 NEXT I
188 B(13,Z)=(NA*SXYA-SXA*SYA)/(NA*QXA-SXA^2)
190 A(13,Z)=(SYA-B(13,Z)*SXA)/NA
192 R2(13,Z)=(NA*SXYA-SXA*SYA)^2/((NA*QXA-SXA^2)*(NA*QYA-SYA^2))
194 FOR W=1 TO 4
196 B(13+W,Z)=(NE(W)*SXVE(W)-SXE(W)*SYE(W))/(NE(W)*QXE(W)-SXE(W)^2)
198 A(13+W,Z)=(SYE(W)-B(13+W,Z)*SXE(W))/NE(W)
200 R2(13+W,Z)=(NE(W)*SXVE(W)-SXE(W)*SYE(W))^2/((NE(W)*QXE(W)-SXE(W)^2)*(NE(W)*QYE(W)-SYE(W)^2))
201 NEXT W
202 NEXT Z
360 FOR I=1 TO 12
370 SP=0
380 FOR J=14 TO 20
390 SP=SP+DS(I,J)
400 NEXT J
410 PH(I)=SP/7
420 NEXT I
430 DISP "INTERPOLACION POR MESES"
440 FOR I=1 TO 12
450 DISP "MES";I
460 FOR J=14 TO 20
480 SP,SR=0
490 IF D1(I,J)=-1 THEN 520
500 SP=SP+(A(I,1)+B(I,1)*D1(I,J))*R2(I,1)
510 SR=SR+R2(I,1)
520 IF D2(I,J)=-1 THEN 550
530 SP=SP+(A(I,2)+B(I,2)*D2(I,J))*R2(I,2)
540 SR=SR+R2(I,2)
550 IF D3(I,J)=-1 THEN 580
560 SP=SP+(A(I,3)+B(I,3)*D3(I,J))*R2(I,3)
570 SR=SR+R2(I,3)
580 IF D4(I,J)=-1 THEN 610
590 SP=SP+(A(I,4)+B(I,4)*D4(I,J))*R2(I,4)
600 SR=SR+R2(I,4)
610 IF D5(I,J)=-1 THEN 640
620 SP=SP+(A(I,5)+B(I,5)*D5(I,J))*R2(I,5)
630 SR=SR+R2(I,5)
640 DI(I,J)=SP/SR
645 IF DI(I,J)<0 THEN DI(I,J)=0
650 NEXT J
660 NEXT I
670 PRINT "Datos de S.S.Juan, interpolados con las ecuaciones mensuales"
680 PRINT
690 GOSUB ANERR
700 DISP "INTERPOLACION POR ESTACIONES"
710 FOR I=1 TO 12
720 DISP "MES";I
730 W=IP (I/3)
735 IF W=0 THEN W=4
740 FOR J=14 TO 20

```

```

760 SP,SR=0
770 IF D1(I,J)=-1 THEN 800
780 SP=SP+(A(13+W,1)+B(13+W,1)*D1(I,J))*R2(13+W,1)
790 SR=SR+R2(13+W,1)
800 IF D2(I,J)=-1 THEN 830
810 SP=SP+(A(13+W,2)+B(13+W,2)*D2(I,J))*R2(13+W,2)
820 SR=SR+R2(13+W,2)
830 IF D3(I,J)=-1 THEN 860
840 SP=SP+(A(13+W,3)+B(13+W,3)*D3(I,J))*R2(13+W,3)
850 SR=SR+R2(13+W,3)
860 IF D4(I,J)=-1 THEN 890
870 SP=SP+(A(13+W,4)+B(13+W,4)*D4(I,J))*R2(13+W,4)
880 SR=SR+R2(13+W,4)
890 IF D5(I,J)=-1 THEN 920
900 SP=SP+(A(13+W,5)+B(13+W,5)*D5(I,J))*R2(13+W,5)
910 SR=SR+R2(13+W,5)
920 DI(I,J)=SP/SR
925 IF DI(I,J)<0 THEN DI(I,J)=0
930 NEXT J
940 NEXT I
950 PRINT "Datos de S.S.Juan, interpolados con las ecuaciones estacionales"
960 PRINT
970 GOSUB ANERR
980 DISP "INTERPOLACION ANUAL"
990 FOR I=1 TO 12
1000 DISP "MES";I
1010 FOR J=14 TO 20
1030 SP,SR=0
1040 IF D1(I,J)=-1 THEN 1070
1050 SP=SP+(A(13,1)+B(13,1)*D1(I,J))*R2(13,1)
1060 SR=SR+R2(13,1)
1070 IF D2(I,J)=-1 THEN 1100
1080 SP=SP+(A(13,2)+B(13,2)*D2(I,J))*R2(13,2)
1090 SR=SR+R2(13,2)
1100 IF D3(I,J)=-1 THEN 1130
1110 SP=SP+(A(13,3)+B(13,3)*D3(I,J))*R2(13,3)
1120 SR=SR+R2(13,3)
1130 IF D4(I,J)=-1 THEN 1160
1140 SP=SP+(A(13,4)+B(13,4)*D4(I,J))*R2(13,4)
1150 SR=SR+R2(13,4)
1160 IF D5(I,J)=-1 THEN 1190
1170 SP=SP+(A(13,5)+B(13,5)*D5(I,J))*R2(13,5)
1180 SR=SR+R2(13,5)
1190 DI(I,J)=SP/SR
1195 IF DI(I,J)<0 THEN DI(I,J)=0
1200 NEXT J
1210 NEXT I
1220 PRINT "Datos de S.S.Juan, interpolados con la ecuacion anual"
1230 PRINT
1240 GOSUB ANERR
1245 STOP
1250 ANERR: PRINT "          Ene  Feb  Mar  Abr  May  Jun  Jul  Ago  Sep  Oct  Nov  Dic"
1260 PRINT
1270 DISP "ANALISIS DE ERRORES"
1280 DMA1,DME1,ERT1=0
1290 FOR I=1 TO 12
1300 DISP "MES";I

```

```

1350 DMA(I),DME(I),ERT(I)=0
1360 FOR J=14 TO 20
1380 DES=DI(I,J)-DS(I,J)
1390 IF ABS (DES)>ABS (DMA(I)) THEN DMA(I)=DES
1400 IF ABS (DES)>ABS (DMA1) THEN DMA1=DES
1410 DME(I)=DME(I)+DES @ DME1=DME1+DES
1420 ERT(I)=ERT(I)+DES^2 @ ERT1=ERT1+DES^2
1430 NEXT J
1440 DME(I)=DME(I)/7 @ ERT(I)=SOR (ERT(I)/6)
1445 CV(I)=100*ERT(I)/PH(I)
1450 NEXT I
1460 DME1=DME1/240 @ ERT1=SOR (ERT1/83)
1470 PRINT USING IM ; "Des.max.",DMA(1),DMA(2),DMA(3),DMA(4),DMA(5),DMA(6),DMA(7),DMA(8),DMA(9),DMA(
10),DMA(11),DMA(12)
1480 PRINT USING IM ; "Des.med.",DME(1),DME(2),DME(3),DME(4),DME(5),DME(6),DME(7),DME(8),DME(9),DME(
10),DME(11),DME(12)
1490 PRINT USING IM ; "Des.tip.",ERT(1),ERT(2),ERT(3),ERT(4),ERT(5),ERT(6),ERT(7),ERT(8),ERT(9),ERT(
10),ERT(11),ERT(12)
1500 PRINT USING IM2 ; "Coe.var.",CV(1),CV(2),CV(3),CV(4),CV(5),CV(6),CV(7),CV(8),CV(9),CV(10),CV(11
),CV(12)
1510 PRINT
1520 PRINT USING "16A,3(6X,9A,3DZRD)" ; "Valores anuales:", "Des.max.",DMA1, "Des.med.",DME1, "Des.ti
p.",ERT1
1530 PRINT USING "5/"
1540 RETURN
1550 LEC: FOR I=1 TO 12
1560 READ# 1, (E-1)*12+I ; E9,H,D(I)
1570 DISP I
1580 FOR J=1 TO 20
1590 ON 7 GOSUB DS ,D1 ,D2 ,D3 ,D4 ,D5
1600 NEXT J
1610 NEXT I
1620 RETURN
1630 DS: DS(I,J)=D(J)
1640 RETURN
1650 D1: D1(I,J)=D(J)
1660 RETURN
1670 D2: D2(I,J)=D(J)
1680 RETURN
1690 D3: D3(I,J)=D(J)
1700 RETURN
1710 D4: D4(I,J)=D(J)
1720 RETURN
1730 D5: D5(I,J)=D(J)
1740 RETURN
1750 X1: X(I,J)=D1(I,J)
1760 RETURN
1770 X2: X(I,J)=D2(I,J)
1780 RETURN
1790 X3: X(I,J)=D3(I,J)
1800 RETURN
1810 X4: X(I,J)=D4(I,J)
1820 RETURN
1830 X5: X(I,J)=D5(I,J)
1840 RETURN
2750 IM: IMAGE BA,12(3DZRD)
2760 IM1: IMAGE 5D,2X,A,12(3DZRD)

```



```

2765 IM2: IMAGE 8A,12(6D)
2770 DATA 55,52,53,54,59,60
2780 END

```

```

10 ! METINT.- Comparacion de diversos metodos de interpolacion.
20 OPTION BASE 1
30 DIM X(20),Y(20),P(20,5),D(20)
35 PRINT "      METINT;      Estaciones empleadas:";
40 ASSIGN# 1 TO "PRANI" ! .....Archivo.
50 FOR K=1 TO 5
55 H(K),T(K)=0
60 READ E@ PRINT E;
70 READ# 1,E ; E9,D()
80 FOR I=1 TO 20
90 P(I,K)=D(I)
100 NEXT I
110 NEXT K @ PRINT @ PRINT
115 ASSIGN# 1 TO #
117 PRINT @ PRINT USING "6X,4(6X,11A)" ; "Proporc.", "Reg.lineal", "Teissier", "Reg.pot."
118 PRINT USING "6X,4(6X,7A,4A)" ; "E.t.", "E.m.", "E.t.", "E.m.", "E.t.", "E.m.", "E.t.", "E.m." @ PRINT
120 FOR E=1 TO 5
130 FOR E2=1 TO 5
132 IF E2=E THEN 400
135 DISP E;E2
140 FOR I=1 TO 20
150 Y(I)=P(I,E) @ X(I)=P(I,E2)
160 NEXT I
170 GOSUB 1000
200 FOR K=1 TO 4
210 IF K<4 THEN 245
220 FOR J=1 TO 20
230 Y(I)=LOG (P(I,E)) @ X(I)=LOG (P(I,E2))
240 NEXT I
242 GOSUB 1000
245 ET,EM=0
250 FOR I=1 TO 10
255 ON K GOSUB 2010,2020,2030,2040
260 IF K=4 THEN ET=ET+(P(I,E)-YE(I))* (P(I,E)-YE(I)) @ GOTO 272
270 ET=ET+(Y(I)-YE(I))* (Y(I)-YE(I))
272 IF K=4 THEN EM=EM+(P(I,E)-YE(I)) @ GOTO 280
275 EM=EM+Y(I)-YE(I)
280 NEXT I
290 W(K)=SQR (ET/10) @ Q(K)=EM/10
295 H(K)=H(K)+W(K) @ T(K)=T(K)+Q(K)
300 NEXT K
392 PRINT USING "2(3D),4(7DZRD,4DZRD)" ; E,E2,W(1),Q(1),W(2),Q(2),W(3),Q(3),W(4),Q(4)
400 NEXT E2
410 NEXT E
412 PRINT @ PRINT USING "6A,4(7DZRD,4DZRD)" ; "Medias",H(1)/20,T(1)/20,H(2)/20,T(2)/20,H(3)/20,T(3)/
20,H(4)/20,T(4)/20
420 STOP

```

```

1000 SX,SY,QX,QY,SXY,N=0 ! ----- Calculo de  $\bar{x}$ ,  $\bar{y}$ ,  $r$  -----
1005 FOR I=11 TO 20
1010 SX=SX+X(I) @ SY=SY+Y(I) @ SXY=SXY+X(I)*Y(I)
1015 QX=QX+X(I)*X(I) @ QY=QY+Y(I)*Y(I) @ N=N+1
1020 NEXT I
1025  $\bar{x}$ =SX/N @  $\bar{y}$ =SY/N
1030  $Sx2$ =QX-SX*SX/N @  $Sy2$ =QY-SY*SY/N
1032  $sX$ =SQR ( $Sx2/(N-1)$ ) @  $sY$ =SQR ( $Sy2/(N-1)$ )
1035  $Sxy$ =SXY-SX*SY/N
1045  $r$ = $Sxy/SQR (Sx2*Sy2)$ 
1046  $b$ = $Sxy/Sx2$ 
1047  $a$ = $\bar{y}-b*\bar{x}$ 
1048  $c$ =EXP ( $a$ )
1050 RETURN
2010 YE(I)=X(I)* $\bar{y}/\bar{x}$  ! ----- Metodo de las proporciones.
2015 RETURN
2020 YE(I)= $a+b*X(I)$  ! ----- Regresion lineal.
2025 RETURN
2030 IF  $r > 0$  THEN  $sg=1$  ELSE  $sg=-1$ 
2032 YE(I)= $sg*(X(I)-\bar{x})*sY/sX+\bar{y}$ 
2035 RETURN
2040 YE(I)= $c*P(I,E2)^b$  ! ----- Regresion potencial.
2045 RETURN
3000 DATA 9,53,64,101,107
3010 END

```

```

10 ! PCAR.- Analisis de Componentes Principales. (Adaptado de ORLOCI, 1978).
20 OPTION BASE 1
25 SHORT VX(2) ! AJUSTAR ESTA DIMENSION AL NO. DE ESPECIES !!!!!!!!!!!!!
30 SHORT X(40,100) ! .....SHORT
40 DIM R(40,40),B(40,40),T(100,40),Q(40),C(100,40) ! .....DIM
100 ! ----- Lectura de datos -----
110 ASSIGN# 1 TO "DATPRU" ! .....ARCHIVO
130 DISP "No. de especies";
140 INPUT P
150 DISP "No. de inventarios";
160 INPUT N
170 DISP "Covarianza (1), o correlacion (0)";
180 INPUT Z1
190 FOR I=1 TO N
195 READ# 1,I ; VX(I)
200 FOR J=1 TO P
205 X(J,I)=VX(J)
210 NEXT J
215 NEXT I
290 C,L=N
300 R,N=P
310 FOR I=1 TO P
312 FOR J=1 TO P
314 IF I#J THEN B(I,J)=0 ELSE B(I,J)=1
316 NEXT J
318 NEXT I

```

```

350 FOR I=1 TO R
360 A,B=0
370 FOR J=1 TO C
400 A=A+X(I,J)
410 B=B+X(I,J)*X(I,J)
420 NEXT J
430 LET B=SQR (ABS (B-A*A/C))
440 A=A/C
450 FOR J=1 TO C
460 IF Z1=0 THEN 480
470 B=SQR (C-1)
480 X(I,J)=(X(I,J)-A)/B
490 NEXT J
491 NEXT I
495 FOR I=1 TO R ! MAT T=TRN(X)
496 FOR J=1 TO C
497 T(J,I)=X(I,J)
498 NEXT J
499 NEXT I
505 FOR I=1 TO R ! MAT R=X*T
506 FOR J=1 TO R
507 R(I,J)=0
508 FOR K=1 TO C
509 R(I,J)=R(I,J)+X(I,K)*T(K,J)
510 NEXT K
511 NEXT J
512 NEXT I
560 ! ----- AUTOVALORES Y AUTOVECTORES -----
570 A=.00000001
580 C=0
590 FOR I=2 TO N
600 FOR J=1 TO I-1
610 C=C+2*R(I,J)*R(I,J)
620 NEXT J
621 NEXT I
630 Y=SQR (C)
640 Q=A*Y/N
650 T=Y
660 D=0
670 T=T/N
680 FOR Q=2 TO N
690 FOR P=1 TO Q-1
700 IF ABS (R(P,Q))<T THEN 1010
710 D=1
720 V=R(P,P)
730 Z=R(P,Q)
740 E=R(Q,Q)
750 F=.5*(V-E)
760 IF F=0 THEN 790
770 G=-SGN (F)
780 GOTO 800
790 G=-1
800 G=B*Z/SQR (Z*Z+F*F)
810 H=G/SQR (2*(1+SQR (1-G*G)))
820 K=SQR (1-H*H)
830 FOR I=1 TO N
840 IF I=P THEN 920

```

```

850 IF I=D THEN 920
860 C=R(I,P)
870 F=R(I,Q)
880 R(Q,I)=C#H+F#K
890 R(I,Q)=R(Q,I)
900 R(P,I)=C#K-F#H
910 R(I,P)=R(P,I)
920 C=B(I,P)
930 F=B(I,Q)
940 B(I,Q)=C#H+F#K
950 B(I,P)=C#K-F#H
960 NEXT I
970 R(P,P)=V#K#K+E#H#H-2#Z#H#K
980 R(Q,Q)=V#H#H+E#K#K+2#Z#H#K
990 R(P,Q)=(V-E)#H#K+Z#(K#K-H#H)
1000 R(Q,P)=R(P,Q)
1010 NEXT P
1020 NEXT Q
1030 IF D#1 THEN 1060
1040 D=0
1050 GOTO 680
1060 IF T>0 THEN 670
1070 FOR I=1 TO N
1080 Q(I)=1
1090 NEXT I
1100 J=0
1110 V1=0
1120 J=J+1
1130 FOR I=1 TO N-J
1140 IF R(I,I)>=R(I+1,I+1) THEN 1220
1150 V1=1
1160 V2=R(I,I)
1170 R(I,I)=R(I+1,I+1)
1180 R(I+1,I+1)=V2
1190 P=Q(I)
1200 Q(I)=Q(I+1)
1210 Q(I+1)=P
1220 NEXT I
1230 IF V1#0 THEN 1110
1232 SAUT,VACU=0
1233 FOR J=1 TO N
1234 SAUT=SAUT+R(J,J)
1235 NEXT J
1240 FOR J=1 TO N
1250 PRINT @ PRINT
1260 K=Q(J) @ VREC=IP (10000#R(J,J)/SAUT)/100
1265 VACU=VACU+VREC
1270 PRINT "AUTOVALOR";J;"=";R(J,J);"      (% VAR.REC.=";VREC;" % V.ACUM.=";VACU;)"
1280 PRINT @ PRINT "FACTORES DE CARGA DEL EJE";J;"="
1290 V=0
1300 FOR I=1 TO N
1310 V=V+B(I,K)#B(I,K)
1320 NEXT I
1330 FOR I=1 TO N
1340 B(I,K)=B(I,K)#SQR (1/V)
1350 PRINT I;"=";IP (B(I,K)#10000)/10000;"  ";
1360 NEXT I

```

```

1370 PRINT
1380 IF J MOD 5#0 THEN 1390
1382 DISP "Otros cinco ejes (S/N)";@ BEEP 100,100
1384 INPUT M3$@ IF M3$#"S" AND M3$#"N" THEN 1382
1386 IF M3$="N" THEN 1400
1390 NEXT J
1400 C=L
1410 FOR I=1 TO L ! MAT C=T*B
1411 FOR J=1 TO N
1412 C(I,J)=0
1413 FOR K=1 TO N
1414 C(I,J)=C(I,J)+T(I,K)*B(K,J)
1415 NEXT K
1416 NEXT J
1417 NEXT I
1419 PRINT USING "////"
1420 FOR J=1 TO R
1430 PRINT "EJE";J;".- Coordenadas de los inventarios en este eje:"
1440 PRINT "-----"
1450 K=Q(J)
1460 FOR I=1 TO C
1470 Q=C(I,K)
1490 PRINT I;"=";IP (Q*10000)/10000;" " ;
1500 NEXT I
1510 PRINT @ PRINT
1520 IF J MOD 5#0 THEN 1530
1522 DISP "Otros cinco ejes (S/N)";@ BEEP 100,100
1524 INPUT M3$@ IF M3$#"S" AND M3$#"N" THEN 1522
1526 IF M3$="N" THEN 1540
1530 NEXT J
1540 END

```

```

10 ! REGEVO.- Regresiones de los datos mensuales de una estacion con los
20 ! de las demas.
30 OPTION BASE 1
40 SHORT X(20,12),Y(20,12),A(17,108),B(17,108),R(17,108),D(108),D20(20)
50 DIM RE(108),ERA(6),ER2(6)
60 WC=99 ! .....Codigo de blancos.
110 ASSIGN# 1 TO "TENIAB1" ! .....Archivo a emplear.
112 DISP "Estacion base, No. total de estaciones";
114 INPUT E7,NES
116 R7=(E7-1)*12
120 FOR J=1 TO 12 ! ----- Lectura datos estacion deseada -----
130 READ# 1,R7+J ; E,H,D20(I)
170 FOR I=1 TO 20
180 Y(I,J)=D20(I)
190 NEXT I
200 NEXT J
210 FOR EST=1 TO NES-1 ! ----- Lectura resto estaciones -----
215 DISP EST
220 IF EST<E7 THEN EC=EST ELSE EC=EST+1
240 FOR J=1 TO 12

```

```

250 READ# 1,(EC-1)*12+J ; E,H,D20(I)
260 IF H=J THEN 290
270 DISP "Revisar lectura estacion";EC;".- No.";E
280 BEEP 100,100 @ STOP
290 FOR I=1 TO 20
300 X(I,J)=D20(I)
310 NEXT I
320 NEXT J
330 SXA,SYA,SXYA,QXA,QYA,NA=0 ! ----- Calculo de las regresiones -----
340 FOR W=1 TO 4
350 SXE(W),SYE(W),SXYE(W),QXE(W),QYE(W),NE(W)=0
360 NEXT W
370 FOR J=1 TO 12
380 SX,SY,SXY,QX,QY,NH=0 @ IE=IP (J/3)
390 IF IE=0 THEN IE=4
400 FOR I=1 TO 20
410 IF X(I,J)=HC OR Y(I,J)=HC THEN 500
420 SX=SX+X(I,J) @ SY=SY+Y(I,J) @ SXY=SXY+X(I,J)*Y(I,J)
430 QX=QX+X(I,J)*X(I,J) @ QY=QY+Y(I,J)*Y(I,J) @ NH=NH+1
440 SXA=SXA+X(I,J) @ SYA=SYA+Y(I,J) @ SXYA=SXYA+X(I,J)*Y(I,J)
450 QXA=QXA+X(I,J)*X(I,J) @ QYA=QYA+Y(I,J)*Y(I,J) @ NA=NA+1
460 SXE(IE)=SXE(IE)+X(I,J) @ SYE(IE)=SYE(IE)+Y(I,J)
470 SXYE(IE)=SXYE(IE)+X(I,J)*Y(I,J) @ QXE(IE)=QXE(IE)+X(I,J)*X(I,J)
480 QYE(IE)=QYE(IE)+Y(I,J)*Y(I,J) @ NE(IE)=NE(IE)+1
500 NEXT I
510 B(J,EST)=(NH*SXY-SX*SY)/(NH*QX-SX*SX)
520 A(J,EST)=(SY-B(J,EST)*SX)/NH
530 R(J,EST)=(NH*SXY-SX*SY)/(SQR (NH*QX-SX*SX)*SQR (NH*QY-SY*SY))
600 NEXT J
610 B(13,EST)=(NA*SXYA-SXA*SYA)/(NA*QXA-SXA*SXA)
620 A(13,EST)=(SYA-B(13,EST)*SXA)/NA
630 R(13,EST)=(NA*SXYA-SXA*SYA)/(SQR (NA*QXA-SXA^2)*SQR (NA*QYA-SYA^2))
700 FOR W=1 TO 4
710 B(13+W,EST)=(NE(W)*SXYE(W)-SXE(W)*SYE(W))/(NE(W)*QXE(W)-SXE(W)*SXE(W))
720 A(13+W,EST)=(SYE(W)-B(13+W,EST)*SXE(W))/NE(W)
730 R(13+W,EST)=(NE(W)*SXYE(W)-SXE(W)*SYE(W))/(SQR (NE(W)*QXE(W)-SXE(W)*SXE(W))*SQR (NE(W)*QYE(W)-SYE(W)*SYE(W)))
800 NEXT W
810 NEXT EST
815 ASSIGN# 1 TO #
820 PRINT "Distribucion de frecuencias de los r^2 de la estacion";E7;"con las demas"
830 PRINT @ PRINT USING "10X,10(3DZRD)" ; 0,.1,.2,.3,.4,.5,.6,.7,.8,.9
840 PRINT
850 FOR I=1 TO 17
852 FOR Q=1 TO 10
854 r(Q)=0
856 NEXT Q
860 FOR J=1 TO NES-1
880 K=IP (R(I,J)*R(I,J)*10)+1
890 r(K)=r(K)+1
900 NEXT J
910 IF I=13 OR I=14 THEN PRINT
920 PRINT USING "2D,8X,10(6D)" ; I,r(1),r(2),r(3),r(4),r(5),r(6),r(7),r(8),r(9),r(10)
930 NEXT I
940 PRINT USING "4/"
950 PRINT "Cinco mejores coef. de determinacion, y su estacion correspondiente" @ PRINT
960 FOR I=1 TO 17

```

```

970 FOR J=1 TO NES-1
980 IF J<E7 THEN EC=J ELSE EC=J+1
990 RE(J)=IP (R(I,J)*R(I,J)*10000)+EC/1000
1000 NEXT J
1010 FOR K=2 TO NES-1
1020 IF RE(K)<= RE(K-1) THEN L1
1030 RE7=RE(K)
1040 RE(K)=RE(K-1)
1050 RE(K-1)=RE7
1060 FOR J=K-1 TO 2 STEP -1
1070 IF RE(J)<= RE(J-1) THEN L1
1080 RE7=RE(J)
1090 RE(J)=RE(J-1)
1100 RE(J-1)=RE7
1110 NEXT J
1120 L1: NEXT K
1124 IF I=13 OR I=14 THEN PRINT
1126 PRINT I;
1130 FOR J=1 TO 5
1140 PRINT TAB (14*(J-1)+5);IP (RE(J))/10000;"( ";VAL$ (FP (RE(J))*1000);" )";
1150 NEXT J
1160 IF I#13 THEN L2
1170 FOR J=1 TO 5
1180 ERA(J)=FP (RE(J))*1000
1185 IF ERA(J)<E7 THEN ER2(J)=ERA(J) ELSE ER2(J)=ERA(J)-1
1190 NEXT J
1230 L2: PRINT
1240 NEXT I
1250 PRINT USING "4/"
1260 PRINT "Coeficientes de las 5 estaciones con mejor r^2 anual:"
1270 PRINT "-----"
1280 PRINT "Coeficientes a:"
1290 PRINT USING "2X,5(7X,3D,2X)" ; ERA(1),ERA(2),ERA(3),ERA(4),ERA(5)
1300 FOR I=1 TO 17
1310 IF I=13 OR I=14 THEN PRINT
1320 PRINT USING "2D,5(6DZR4D)" ; I,A(I,ER2(1)),A(I,ER2(2)),A(I,ER2(3)),A(I,ER2(4)),A(I,ER2(5))
1330 NEXT I
1340 PRINT
1350 PRINT "Coeficientes b:"
1360 PRINT USING "2X,5(7X,3D,2X)" ; ERA(1),ERA(2),ERA(3),ERA(4),ERA(5)
1370 FOR I=1 TO 17
1380 IF I=13 OR I=14 THEN PRINT
1390 PRINT USING "2D,5(6DZR4D)" ; I,B(I,ER2(1)),B(I,ER2(2)),B(I,ER2(3)),B(I,ER2(4)),B(I,ER2(5))
1400 NEXT I
1410 PRINT
1420 PRINT "Coeficientes r^2:"
1430 PRINT USING "2X,5(7X,3D,2X)" ; ERA(1),ERA(2),ERA(3),ERA(4),ERA(5)
1440 FOR I=1 TO 17
1450 IF I=13 OR I=14 THEN PRINT
1460 PRINT USING "2D,5(6DZR4D)" ; I,R(I,ER2(1))^2,R(I,ER2(2))^2,R(I,ER2(3))^2,R(I,ER2(4))^2,R(I,ER2(5))^2
1470 NEXT I
1480 PRINT USING "4/"
1490 PRINT "Medias y desviaciones tipicas de los coeficientes a, b, y r^2:"
1500 PRINT "-----"
1510 PRINT "          mA          sA          mB          sB          mR2          sR2"
1520 FOR I=1 TO 17

```

```

1530 SA,SB,SR2,QA,QB,QR2=0
1540 FOR J=1 TO NES-1
1550 SA=SA+A(I,J) @ QA=QA+A(I,J)*A(I,J)
1560 SB=SB+B(I,J) @ QB=QB+B(I,J)*B(I,J)
1570 SR2=SR2+R(I,J)*R(I,J) @ QR2=QR2+R(I,J)*R(I,J)*R(I,J)*R(I,J)
1580 NEXT J
1590 mA=SA/(NES-1) @ mB=SB/(NES-1) @ mR2=SR2/(NES-1)
1600 sA=SQR ((QA-SA*SA/(NES-1))/(NES-2))
1610 sB=SQR ((QB-SB*SB/(NES-1))/(NES-2))
1620 sR2=SQR ((QR2-SR2*SR2/(NES-1))/(NES-2))
1630 IF I=13 OR I=14 THEN PRINT
1640 PRINT USING "2D,6(6DZR4D)" ; I,mA,sA,mB,sB,mR2,sR2
1650 NEXT I
1660 END

```

```

10 ! TABPRAN.- Tabulacion de precipitaciones anuales.
20 OPTION BASE 1
40 DIM D2(20),D(25,10),K$(20,10)[1],K2$(4)[1],NOM$(10)[30],E(10),H(10),X(10),Y(10),L$(5)[2],X$(10)[1]
]
50 FOR I=1 TO 4
60 READ K2$(I),L$(I)
70 NEXT I
75 READ L$(5)
77 t=2.093 ! t de Student para 19 g.l. y 95% conf.
80 PRINTER IS 701,135
85 PRINT CHR$(27)&"&k25"
120 DISP "Estacion inicial, estacion final";
130 INPUT A,B
140 ASSIGN# 1 TO "PRAN2" ! .....Archivo
150 ASSIGN# 2 TO "EPRN:D701" ! .....Archivo
160 FOR K=A TO B STEP 10
165 IF K+10<B THEN B2=10 ELSE B2=7
170 FOR J=1 TO B2
175 R=K+J-1
180 READ# 1,R ; E(J),D2(I)
190 FOR I=1 TO 20
200 D(I,J)=IP (D2(I)*10)/10
210 K9=ABS (FP (D2(I)*10)*10)
220 K$(I,J)=K2$(K9+1)
230 NEXT I
260 READ# 2,R ; K5,E2,NOM$(J),H(J),X(J),Y(J)
265 IF K5>90 THEN X$(J)="*" ELSE X$(J)=" "
310 D(21,J),D(22,J)=0
330 FOR I=1 TO 20
370 D(21,J)=D(21,J)+D(I,J) @ D(22,J)=D(22,J)+D(I,J)*D(I,J)
490 NEXT I
520 D(22,J)=SQR ((D(22,J)-D(21,J)*D(21,J)/20)/19) ! s
530 D(21,J)=D(21,J)/20 ! m
540 D(23,J)=D(22,J)*100/D(21,J) ! cv
550 D(24,J)=D(21,J)+t*D(22,J)/4.472 ! LS
560 D(25,J)=D(21,J)-t*D(22,J)/4.472 ! LI

```



```

565 IF D(25,J)<0 THEN D(25,J)=0
570 NEXT J
571 PRINT "
572 PRINT
573 IF B2=7 THEN 631
574 PRINT USING IMH ; "Anyo",K,K+1,K+2,K+3,K+4,K+5,K+6,K+7,K+8,K+9
575 PRINT
580 FOR I=1 TO 20
581 a=D(I,1) @ b=D(I,2) @ c=D(I,3) @ d=D(I,4) @ e=D(I,5) @ f=D(I,6)
582 g=D(I,7) @ h=D(I,8) @ i=D(I,9) @ j=D(I,10)
583 a$=K$(I,1) @ b$=K$(I,2) @ c$=K$(I,3) @ d$=K$(I,4) @ e$=K$(I,5)
584 f$=K$(I,6) @ g$=K$(I,7) @ h$=K$(I,8) @ i$=K$(I,9) @ j$=K$(I,10)
585 PRINT USING IMD ; 1960+I,a,a$,b,b$,c,c$,d,d$,e,e$,f,f$,g,g$,h,h$,i,i$,j,j$
586 NEXT I
587 PRINT @ PRINT
589 FOR I=21 TO 25
590 PRINT USING IMF ; L$(I-20),D(I,1),D(I,2),D(I,3),D(I,4),D(I,5),D(I,6),D(I,7),D(I,8),D(I,9),D(I,10)
)
600 NEXT I
602 PRINT USING "5/"
604 FOR J=1 TO 10
606 PRINT USING IME ; K+J-1,E(J),NON$(J),H(J),X(J),Y(J)+4000,X$(J)
608 PRINT
610 NEXT J
612 PRINT USING "10/"
630 NEXT K
631 PRINT USING IMH ; "Anyo",K,K+1,K+2,K+3,K+4,K+5,K+6
632 PRINT
633 FOR I=1 TO 20
634 a=D(I,1) @ b=D(I,2) @ c=D(I,3) @ d=D(I,4) @ e=D(I,5) @ f=D(I,6)
635 g=D(I,7)
636 a$=K$(I,1) @ b$=K$(I,2) @ c$=K$(I,3) @ d$=K$(I,4) @ e$=K$(I,5)
637 f$=K$(I,6) @ g$=K$(I,7)
638 PRINT USING IMD ; 1960+I,a,a$,b,b$,c,c$,d,d$,e,e$,f,f$,g,g$
639 NEXT I
640 PRINT @ PRINT
641 FOR I=21 TO 25
642 PRINT USING IMF ; L$(I-20),D(I,1),D(I,2),D(I,3),D(I,4),D(I,5),D(I,6),D(I,7)
643 NEXT I
644 PRINT USING "5/"
645 FOR J=1 TO 7
646 PRINT USING IME ; K+J-1,E(J),NON$(J),H(J),X(J),Y(J)+4000,X$(J)
647 PRINT
648 NEXT J
681 ASSIGN# 1 TO #
682 ASSIGN# 2 TO #
683 IME: IMAGE 25X,3D," (" ,2D.2D," ) ",41A,"H=",4D," m X=",3DRD," km Y=",4DRD," km ",A
684 IMH: IMAGE 25X,7A,10(9D)
685 IMD: IMAGE 25X,4D,5X,10(5DZRD,A)
686 IMF: IMAGE 25X,9A,10(5DZRD,X)
700 DATA ,m,$,s,$,cv,=,LS,LI
710 END

```

ESTACIONES"

```

10 ! TABPT.- Tabulacion de precipitaciones y temperaturas mensuales.
20 OPTION BASE 1
40 DIM D2(20),D(25,13),K$(20,12){13},K2$(3){13},NOM$(30),L$(5){2}
50 FOR I=1 TO 3
60 READ K2$(I),L$(I)
70 NEXT I
75 READ L$(4),L$(5)
77 t=2.093 ! t de Student para 19 g.l. y 95% conf.
80 PRINTER IS 701,135
85 PRINT CHR$(27)&"&k2S"
90 DISP "Precipitaciones (P), o temperaturas (T)";
100 INPUT Z$
110 IF Z$="P" AND Z$="T" THEN 90
120 DISP "Estacion inicial, estacion final";
130 INPUT A,B
140 ASSIGN# 1 TO "TEHINE2" ! .....Archivo
150 ASSIGN# 2 TO "ETEM:D701" ! .....Archivo
160 FOR K=A TO B
170 FOR R=(K-1)*12+1 TO (K-1)*12+12
180 READ# 1,R ; E,M,D2(I)
190 FOR I=1 TO 20
200 D(I,M)=IP (D2(I)*10)/10
210 K9=ABS (FP (D2(I)*10)*10)
220 K$(I,M)=K2$(K9+1)
230 NEXT I
240 NEXT R
260 READ# 2,K ; K5,E2,NOM$,H,X,Y
265 IF K5>90 THEN X$="*" ELSE X$=" "
270 PRINT USING INE ; K,E,NOM$,H,X,Y+4000,X$
280 PRINT
290 PRINT USING INH ; "Anyo","Ene","Feb","Mar","Abr","May","Jun","Jul","Ago","Sep","Oct","Nov","Dic",
,"Anual"
300 FOR J=1 TO 13
310 D(21,J),D(22,J)=0
320 NEXT J
330 FOR I=1 TO 20
340 D(I,13)=0 @ y=1960+I
350 FOR J=1 TO 12
370 D(21,J)=D(21,J)+D(I,J) @ D(22,J)=D(22,J)+D(I,J)*D(I,J)
380 D(I,13)=D(I,13)+D(I,J)
390 NEXT J
400 IF Z$="T" THEN D(I,13)=D(I,13)/12
410 D(21,13)=D(21,13)+D(I,13) @ D(22,13)=D(22,13)+D(I,13)*D(I,13)
420 a=D(I,1) @ b=D(I,2) @ c=D(I,3) @ d=D(I,4) @ e=D(I,5) @ f=D(I,6)
430 g=D(I,7) @ h=D(I,8) @ i=D(I,9) @ j=D(I,10) @ k=D(I,11) @ l=D(I,12)
440 T=D(I,13)
450 a$=K$(I,1) @ b$=K$(I,2) @ c$=K$(I,3) @ d$=K$(I,4)
460 e$=K$(I,5) @ f$=K$(I,6) @ g$=K$(I,7) @ h$=K$(I,8)
470 i$=K$(I,9) @ j$=K$(I,10) @ k$=K$(I,11) @ l$=K$(I,12)
480 PRINT USING IMD ; y,a,a$,b,b$,c,c$,d,d$,e,e$,f,f$,g,g$,h,h$,i,i$,j,j$,k,k$,l,l$,T
490 NEXT I
500 IF Z$="T" THEN PRINT
510 FOR J=1 TO 13
520 D(22,J)=SQRT ((D(22,J)-D(21,J)*D(21,J)/20)/19) ! s
530 D(21,J)=D(21,J)/20 ! m
540 D(23,J)=D(22,J)*100/D(21,J) ! cv
550 D(24,J)=D(21,J)+t*D(22,J)/4.472 ! LS

```

```

560 D(25,J)=D(21,J)-t#D(22,J)/4.472 !           LI
565 IF Z#="P" AND D(25,J)<0 THEN D(25,J)=0
570 NEXT J
580 FOR I=21 TO 25
585 k=D(I,11) @ i=D(I,12) @ T=D(I,13)
590 PRINT USING INF ; L$(1-20),D(I,1),D(I,2),D(I,3),D(I,4),D(I,5),D(I,6),D(I,7),D(I,8),D(I,9),D(I,10),k,i,T
595 IF I=22 AND Z#="T" THEN I=I+1
600 NEXT I
620 IF K MOD 2=1 THEN PRINT USING "2/" ELSE PRINT USING "0/"
630 NEXT K
640 ASSIGN# 1 TO #
650 ASSIGN# 2 TO #
660 IME: IMAGE 23X,3D," (" ,2D.2D," " ,41A,"H=",4D," " X=",3DRD," km Y=",4DRD," km " ,A
670 IMM: IMAGE 23X,10A,13(7A)
680 IMD: IMAGE 23X,4D,3X,12(3DZRD,A),5DZRD
690 INF: IMAGE 23X,7A,12(3DZRD,X),5DZRD
700 DATA ,n,#,s,#,cv,LS,LI
710 END

```